

ПОЧВЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Научный журнал

2022

Том 5. Выпуск 1

Свидетельство о регистрации: ЭЛ № ФС 77 - 72325 — сетевое издание от 14 февраля 2018 г.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес издателя и редакции: 630090, Россия, Новосибирская область, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева 8/2, тел.: +7(383) 363-90-35, ИПА СО РАН, e-mail: redactor@soils-journal.ru, сайт: <https://www.soils-journal.ru>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Якименко Владимир Николаевич – доктор биологических наук, зав. лабораторией агрохимии, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

Заместители главного редактора

Дергачева Мария Ивановна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биогеоценологии, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Соколов Денис Александрович – доктор биологических наук, зав. лаборатории рекультивации почв, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Члены редколлегии

Андроханов Владимир Алексеевич – доктор биологических наук, ВРИО директора, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Абакумов Евгений Васильевич – профессор РАН, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет

Бойко Василий Сергеевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ Омский аграрный научный центр (Омск, Россия)

Будажанов Лубсан-Зонды Владимирович – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, директор, ФГБНУ Бурятский НИИ сельского хозяйства (Улан-Удэ, Россия)

Гамзиков Геннадий Павлович – академик РАН, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет (Новосибирск, Россия)

Гольева Александра Амуриевна – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН Институт географии РАН (Москва, Россия)

Кулижский Сергей Павлинович – доктор биологических наук, профессор, проректор по социальным вопросам, ФГБОУ ВО Национальный Исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия)

Колесников Сергей Ильич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования, ФГБОУ ВО Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия)

Пузанов Александр Васильевич – доктор биологических наук, профессор, директор, ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул, Россия)

Рожков Вячеслав Александрович – член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУН Почвенный институт им.В.В. Докучаева (Москва, Россия)

Седов Сергей Николаевич – кандидат биологических наук, профессор, Институт геологии Национального автономного университета Мексики (Мехико, Мексика)

Сиромля Татьяна Ивановна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии почв, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Сысо Александр Иванович – доктор биологических наук, заместитель директора по науке, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Убугунов Леонид Лазаревич – доктор биологических наук, профессор, директор, ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ, Россия)

Чевычелов Александр Павлович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией генезиса почв и радиоэкологии, ФГБУН Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (Якутск, Россия)

Танасиенко Анатолий Алексеевич – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Шарков Иван Николаевич – доктор биологических наук, доцент, руководитель Сибирского НИИ земледелия и химизации СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Шпедт Александр Артурович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН (Красноярск, Россия)

Якутин Михаил Владимирович – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биогеоценологии, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия)

Содержание

Якименко В.Н., Наумова Н.Б., Нечаева Т.В., Гопп Н.В.

От редакции

e180

Антропогенные, агрогенные и городские почвы

Густайтис М.А., Мягкая И.Н. Особенности распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ (Республика Алтай)

e165

Сапрыкин О.И., Соколова Н.А. Агрогенная трансформация профилей текстурно-дифференцированных почв микрозападин

e171

Биология и биохимия почв

Данилова А.А. Опыт визуализации почвенно-микробиологических процессов в световом микроскопе. Сообщение 1. Соотношение грибов и бактерий в пейзажах как отражение состояния почвенного органического вещества

e168

Плодородие почв и минеральное питание растений

Гюлалыев Ч.Г., Кочарли С.А., Козлова А.А., Джафаров А.М. Динамика некоторых свойств почв при хлопково-люцерновом севообороте

e178

Обзоры и рецензии

Нечаева Т.В. Международная конференция «Обнаружение заимствований»: нужна ли проверка на плагиат научному журналу?

e177



ОТ РЕДАКЦИИ

Представляем читателям содержание первого номера журнала в 2022 г.

В статье М.А. Густайтис, И.Н. Мягкой приведены результаты изучения распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ (Улаганский район, Республика Алтай), расположенного в пределах природной ртутной аномалии (Курайская ртутная зона) и в ореоле действия ртутного месторождения со складированными ртутьсодержащими отходами. Хотя известно, что содержание элементов в организме человека находится в прямой зависимости от их концентрации в различных компонентах окружающей среды (почвообразующие породы, почвы, природные воды, атмосферный воздух) и интенсивности антропогенного воздействия, читателям статьи будет небезынтересно узнать, что ртуть поступает в организм жителей поселка в основном путем вдыхания загрязнённого воздуха и потребления продуктов, содержащих ртуть (рыба, грибы).

В статье О.И. Сапрыкина, Н.А. Соколовой приведено описание профилей и сопоставление системы горизонтов текстурно-дифференцированных почв микрозападин с разной длительностью агрогенного влияния, и прослежена трансформация темногумусовых и элювиальных горизонтов сначала в турбированные, а затем в агротемногумусовые. При этом классификационная принадлежность почв меняется вначале на подтиповом, а затем на типовом уровне, а классификационное разнообразие почв на данной территории увеличивается. Статья будет интересна для специалистов по генезису и трансформации почв, структуре почвенного покрова.

Представленный в статье А.А. Даниловой визуальный ряд микробной сукцессии при поступлении в почву и разложении растительного вещества помогает лучше понять взаимоотношения разных групп микроорганизмов в почве. Особый интерес в качестве потенциального критерия устойчивости микробной системы почвы представляет выявленное в работе различие микробных пейзажей между пахотной и целинной почвами, а именно наличие бактериальной пленки на поверхности гифов грибов. Статья актуальна как для специалистов в области почвенной микробиологии, экологии и биотехнологии, преподавателей и студентов соответствующих специальностей, так и для широкого круга читателей.

Хорошо известно, что в комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, важную роль играет севооборот: ярким фактическим подтверждением этого являются представленные в работе Ч.Г. Гюлалыева с соавторами результаты анализа ряда физических и химических свойств при хлопково-люцерновом севообороте на орошаемых лугово-сероземных почвах Кура-Араксинской низменности Азербайджана: выращивание хлопчатника в монокультуре значительно ухудшает агрофизические и агрохимические свойства почв, снижая урожайность сельскохозяйственных культур. Результаты данного исследования будут интересны для агрономов и почвоведов.

В статье Т.В. Нечаевой представлен обзор по основным направлениям работы ежегодной международной научно-практической конференции «Обнаружение заимствований» на основе личного участия в данном мероприятии в 2020 и 2021 годах и вебинарах компании «Антиплагиат», а также анализа публикаций по теме плагиата (заимствований), академической этики и т.п. Какой процент оригинальности и объем самоцитирования допустимы? Кто определяет критерии подобной оценки, каким образом происходит выработка показателей для различного вида проверяемых работ? В статье рассмотрены термины и приведены примеры неэтичного поведения в науке, включая плагиат, самоплагиат, дублирование (множественная публикация), фальсификацию, фабрикацию. Автор приходит к выводу о том, что любая поисковая система несовершенна и не может заменить человека, когда дело доходит до принятия значимого решения.

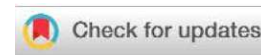
Надеемся, что более детальное знакомство со статьями номера будет полезно нашим читателям.

Редакция журнала

В.Н. Якименко, Н.Б. Наумова, Т.В. Нечаева, Н.В. Гопп



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ ПОСЕЛКА АКТАШ (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

© 2022 М. А. Густайтис , И. Н. Мягкая 

ФГБУН Институт геологии и минералогии СО РАН, проспект Академика Коптюга, 3,
г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: gustaitis@igm.nsc.ru

Цель исследования: выявить особенности распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ, расположенного в пределах природной ртутной аномалии (Курайская ртутная зона) и в ореоле действия ртутного месторождения со складированными ртутьсодержащими отходами.

Место и время проведения. Отбор проб воздуха, почвы и волос проведен в 2019 году в поселке Акташ (Улаганский район, Республика Алтай), являющегося частью Курайской ртутной зоны.

Методы. Содержание ртути в исследуемых образцах определено методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с применением анализатора ртути РА915М.

Основные результаты. Установлено повышенное содержание ртути в атмосферном (до 20 нг/м³) и почвенном воздухе (до 54 нг/м³). Среднее содержание ртути в волосах жителей поселка Акташ составило 0,23 мкг/г, что значительно ниже допустимой концентрации. Отмечено повышенное содержание ртути в волосах коренного населения поселка; выявлены различия по гендерному признаку в возрастной группе старше 55 лет: у мужчин 0,30, у женщин – 0,26 мкг/г. Наиболее высокое содержание ртути отмечено у бывших работников горнодобывающего предприятия (до 2,08 мкг/г). Установлено, что ртуть поступает в организм жителей поселка, в большей степени, при вдыхании загрязнённого воздуха, а также с употреблением продуктов питания, содержащих ртуть (рыба, грибы) и в результате курения. Однако не исключена и адсорбция данного элемента на поверхности волос из атмосферы.

Ключевые слова: Курайская ртутная зона; ртуть; волосы; почва; воздух

Цитирование: Густайтис М.А., Мягкая И.Н. Особенности распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ (Республика Алтай) // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. e165. DOI: [10.31251/pos.v5i1.165](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.165)

ВВЕДЕНИЕ

Содержание элементов в организме человека находится в прямой зависимости от их концентрации в различных компонентах окружающей среды (почвообразующие породы, почвы, природные воды, атмосферный воздух) (Ковальский, 1977; Башкин, Касимов 2004; Скальный, 2004). Геосистемы, подвергшиеся интенсивному антропогенному воздействию, показывают прирост содержания элементов в различных средах; при этом на первое место выступают элементы с низкими кларками (Саэт и др., 1990). Одним из таких элементов является ртуть (Hg), которая не входит в группу жизненно необходимых элементов, а ее роль в физиологических процессах остается неясной. Однако элемент является токсичным для человека и животных (Таций, 2013). Воздействие ртути на человеческий организм вызывает неврологические, нефрологические, сердечные и репродуктивные расстройства, а также генетические мутации (De Almeida et al., 2019). Наиболее распространенными соединениями ртути в природе являются неорганические соединения Hg (II), а наибольшую токсичность и опасность для живых организмов представляют органические производные ртути, а именно метилртуть (ВОЗ. Метилртуть ..., 1993).

Основными источниками поступления ртути в организм человека являются воздух, вода, почва и пища. Преобладающей формой нахождения ртути в атмосфере является элементарная ртуть (Hg⁰). В природных водах ее химические формы образованы неорганическими солями и различными комплексными соединениями Hg (II), а так же Hg⁰ и CH₃Hg⁺. Для почвы характерны соединения Hg (II), в том числе HgS, а также органические производные ртути (Carmona et al., 2013). Основным источником органической ртути (метилртути) являются рыба и морепродукты. В растениях ртуть может присутствовать как в органической, так и в неорганической формах. Основная доля ртути, содержащаяся в наземных частях растений, поступает из атмосферы, а из почвы через корни попадает лишь малая ее часть (менее 5%) (Stamenkovic, Gustin, 2009). Растительная продукция широко используются как в пищевых, так и в лечебных целях

(фитолечение), при этом содержание ртути в растениях может быть весьма высоким. Например, на территории Урского хвостохранилища, которое сложено отходами обогащения высокосульфидных руд Ново-Урского месторождения в пределах Алтае-Саянской ртутной провинции, установлено, что в надземной части лабазника вязолистного (*Filipéndula ulmária*) содержится в среднем 0,08, в листьях иван-чая (*Chamaenérion angustifolium*) – до 1,7 мкг/г (Рихванов и др., 2017). Другим источником попадания ртути в организм человека могут быть грибы. Так, содержание ртути в грибах, собранных на удалении (1–2 км) от отходов Урского хвостохранилища выше ПДК (0,05 мкг/г) в 20 раз, а вблизи (0,1 км) хвостохранилища – в 400 раз (Густайтис и др., 2016).

Для определения количества токсиканта, поступившего в организм человека, в качестве биологического материала используют волосы, мочу и кровь, анализ которых дает надежный результат. Общий анализ мочи позволяет определить острое воздействие только в течение 36–72 часов, тогда как данные о содержании общей ртути в волосах широко используются в качестве биомаркера для долгосрочной оценки контакта людей со ртутью. Поскольку волосы представляют собой неинвазивный образец, концентрации Hg высоки по сравнению с другими биоматериалами. Уровни ртути в волосах соотносятся с ее концентрациями в крови в основном как 1:250, хотя возможны вариации (Packull-McCormick et al., 2022). Кроме того, более высокая степень аккумуляции ртути в волосах по сравнению с биологическими жидкостями (в волосах содержание ртути в 300 раз выше, чем в моче) облегчает процедуру анализа, поскольку для его проведения требуется меньшее количество материала (Венско, 1995). Поэтому волосы являются хорошим биомаркером и подходят для оценки степени как недавнего (от 1 месяца), так и хронического (долгосрочного) воздействия ртути. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Агентство по охране окружающей среды США (EPA) и Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) рекомендовали использовать волосы в качестве важного биологического материала для экологического скрининга (Phan et al., 2010).

Для Российской Федерации фоновое содержание ртути в волосах составляет 0,5–1,0 мкг/г, данный интервал содержания принят за референтную (нормативную (RfD)) величину для ртути в волосах в соответствии с рекомендациями ООО «Инвитро» и национального агентства по окружающей среде США (U.S. EPA). Верхняя граница референтной дозы согласно U.S. EPA RfD равняется 1,0 мкг/г, при которой ежедневное употребление метилртути в течение 70 лет жизни не будет иметь заметного риска для здоровья человека; в случае RfD более 1,0 мкг/г считается, что существует риск для здоровья человека и необходимы мероприятия по снижению данного показателя (National Research Council ..., 2000).

Имеется еще один параметр, характеризующий токсичное воздействие ртути – безопасный уровень этого элемента в волосах человека, составляющий менее 0,58 мкг/г, при котором не наблюдается негативного воздействия на организм и не требуется никаких действий. Концентрации ртути между значениями 0,58 и 1,0 мкг/г указывают на необходимость выявления потенциальных источников ртути и проведения вмешательства по уменьшению воздействия данного вещества на организм человека (Биомониторинг человека ..., 2015). Согласно исследованию Белланджер с соавторами (Bellanger et al., 2013), концентрации ртути в образцах волос женщин репродуктивного возраста, превышающие 0,58 мкг/г, в последствии могут приводить к слабовыраженным изменениям в интеллектуальном развитии их будущих детей. Этот критерий основан на результатах обследования 1875 женщин из 17 европейских стран.

Обычно уровень ртути в волосах человека, проживающего в экологически чистом регионе и не употребляющего в пищу рыбу, составляет менее 1 мкг/г, а у часто употребляющих рыбу может достигать 30 мкг/г. Самое высокое упоминаемое в литературе содержание ртути в волосах человека составило 2436 мкг/г (Pierce et al., 1972).

Цель работы – выявить особенности распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ, расположенного в пределах природной ртутной аномалии (Курайская ртутная зона) и в ореоле действия ртутного месторождения со складированными ртутьсодержащими отходами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании использованы волосы жителей поселка Акташ (Улаганский район, Республика Алтай), расположенного на территории Курайской ртутной зоны (КРЗ), которая является частью крупной Алтае-Саянской ртутной провинции. В пределах КРЗ располагаются многочисленные месторождения и рудопроявления ртути (Gaskov, 2018). В 10 км восточнее

поселка Акташ на юго-западном макросклоне Курайского хребта располагается карбонатно-киноварное эпитермальное Акташское месторождение ртути, а также остатки рудничного хозяйства в виде перемещенных горных пород и отходов Акташского горно-металлургического предприятия (АГМП). Эта местность признана территорией с высоким уровнем накопленного экологического ущерба (Робертус и др., 2015). Тем не менее район АГМП постоянно посещается туристами, поскольку неподалеку расположена смотровая площадка «Ретронслятор», открывающая вид на Северо-Чуйский хребет. Таким образом, поселок Акташ расположен в ореоле действия Акташского месторождения ртути и АГМП, а на его территорию постоянно поступают отходы АГМП с колес туристических машин.

Отбор биоматериала провели в марте 2019 года. Данные о персональной принадлежности проб, а также анкетные данные (возраст, пол, место рождения, место работы), полученные в ходе обследования, считаются конфиденциальными личными данными. Была сформирована репрезентативная выборка из 84 жителей поселка Акташ: 32 мужчины и 52 женщины. Жителей поселка разделили на следующие группы:

- 1) Взрослые (возраст 18-55 лет) – 21 человек;
- 2) Взрослые (возраст более 55 лет) – 20 человек;
- 3) Дети дошкольного возраста (3-6 лет) – 4 человека;
- 4) Дети школьного возраста (10-15 лет) – 39 человек;
- 5) 8 семей – 28 человек.

Последняя группа была выделена с целью установления закономерностей накопления ртути среди жителей поселка, близких по набору генов и образу жизни.

Известно, что существует связь содержания ртути в организме с продолжительностью проживания людей на определенной территории (Корчина, 2009). Поэтому все вышеперечисленные группы жителей поселка Акташ были дифференцированы на коренных и некоренных. К коренным жителям отнесли группу людей, которые родились, выросли и проживают в данный момент в поселке, то есть 100% времени провели на исследуемой территории. Среди жителей старше 55 лет была еще выделена группа бывших рабочих АГМП – 6 человек, так как существует зависимость содержания ртути в организме от времени контакта с ее соединениями (Queiro-Abad et al., 2019).

Пробоотбор проводили путем отрезания ножницами из нержавеющей стали пряди волос на расстоянии в несколько миллиметров от корня, не менее, чем в пяти точках головы, после мытья шампунем и сушки, согласно методикам (Szynkowska et al., 2015; Chojnacka et al., 2005). Общая масса биоматериала составляла 1–3 г. Образцы хранили в пластиковых пакетах с идентификационными бирками и отправляли в лабораторию для дальнейших исследований. В лаборатории образцы волос измельчали на кусочки (3–5 мм) для удобства проведения измерения (Szynkowska et al., 2015; Chojnacka et al., 2005). Содержание ртути в пробах определили с помощью ртутного анализатора РА-915М с приставкой РП91С (Льюмэкс, Санкт-Петербург) по методике МУК 4.1.1470-03. Предел обнаружения 0,01 мкг/г. Стандартное отклонение измерений составляет не более 20%. Правильность измерений ртути в волосах контролировали с использованием стандартного образца состава ERM-CE 464 (European Reference Material CE-464, Tuna Fish).

Для оценки геохимического фона территории, где проживают исследуемые группы людей (п. Акташ), изучено распределение ртути в почве и воздухе (атмосферном (1 м от поверхности земли) и почвенном (1–2 см от земли)). Фоновые распределения ртути исследовали на примере Курайской степи, которая расположена южнее п. Акташ вплоть до п. Курай. Пробы почв и воздуха отбирали в одном месте по сетке в 1 км между точками. Для измерения содержания ртути в воздухе использовали анализатор «РА-915М» по стандартной методике М 03-06-2004, в режиме мобильного анализа. Предел обнаружения составляет 1 нг/м³, стандартное отклонение измерений – 5-10%.

Почвенные образцы отбирали кольцом с диаметром равным 10 на 10 см в глубину методом вдавливания в местах общего пользования (газоны, обочины, пустыри) и упаковывали в полиэтиленовые пакеты. В лабораторных условиях почву высушивали до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре (20–22 °С), избегая прямых солнечных лучей. Далее пробы гомогенизировали на виброистирателе. Валовое содержание ртути в почвенных образцах определили методом беспламенной атомно-абсорбционной фотометрии с помощью анализатора «РА-915М» с пиролитической приставкой «РП-91С» по методике М 03-09-2013 (ПНД Ф

16.1:2:2.2.80-2013). Предел обнаружения составляет 0,01 мкг Hg/г, стандартное отклонение измерений – не более 20%. Правильность измерений ртути в почве контролировали с использованием стандартного образца состава СДПС-3 (ГСО 2500-83, дерново-подзолистые почвы, Иркутск).

Фоновые значения ртути в почве и воздухе для Курайской ртутной зоны были установлены на базе выборки 123 проб четвертичных отложений Курайской степи. Расчет произведен для доверительной вероятности 99% ($\pm 3\sigma$) по методике Тепаносян с соавторами (2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Содержание ртути в воздухе и почве поселка Акташ. Отложения Курайской степи рассматриваются нами аналогами NASC (North American Shale Composite) для континентов, то есть имеют усредненный геохимический состав большей части пород Курайской ртутной зоны. Фоновые концентрации ртути в воздухе КРЗ (почвенный воздух – 8,5-13,5 нг/м³, атмосферный воздух – <3,5-5,7 нг/м³) превышают кларковые (почвенный и атмосферный воздух – 1,7 нг/м³) (Иванов, 1996) и фоновые значения для Горного Алтая (<1 нг/м³) (Юсупов и др., 2018). Фоновые значения для почв КРЗ (0,05-0,19 г/т) соответствуют диапазону кларковых содержаний (0,06-0,2 г/т) (Иванов, 1996) и фоновым значениям Горного Алтая (0,04-0,12 г/т) (Юсупов и др., 2018).

В почвенном воздухе поселка Акташ содержание ртути (от <1 до 54,3 нг/м³, при среднем 13,6 нг/м³) превышает фоновые значения КРЗ (доля аномальных значений 42%), а содержание данного элемента в атмосферном воздухе (от <1 до 20,1 нг/м³, при среднем 4,8 нг/м³) находится на том же уровне. В почвенных образцах из поселка установлено намного более высокое содержание ртути (0,1–64,1 г/т, при среднем 4,1 г/т), чем фоновые значения для почв КРЗ. Аномальные значения, превышающие региональный фон (>0,19 г/т), составляют 73,7%, а 19% значений превышают ПДК ртути в почве. Такое увеличение концентраций вызвано близостью АГМП и за счет постоянного привноса ртути в поселок на колесах транспорта, поднимающего туристов к смотровой площадке «Ретранслятор». В работе Робертус с соавторами (2015) указано, что пыление отходов АГМП проявлено слабо (ветровой перенос до 3-4 км), в то время как испарение с их поверхности с последующей эманацией Hg⁰ вносит наибольший вклад в содержание ртути в почве. Газортутные ореолы имеют локальный характер, не выходя за пределы объектов эмиссии. Таким образом, на фоне природной аномалии в виде Курайской ртутной зоны, разнос вещества от АГМП колесами автотранспорта напрямую будет оказывать антропогенное влияние на повышение содержания ртути в поселке.

Согласно литературным данным (Юсупов и др., 2018) среднее содержание ртути в компонентах экосистем в районе п. Акташ (юг и север поселка) варьирует в следующих диапазонах: атмосферный воздух – 72-164 нг/м³, почвенный воздух – 80-1046 нг/м³, почвы – 340-20000 г/т). В другом исследовании (Робертус и др., 2021) также отмечается, что в п. Акташ регистрируются достаточно высокое содержание ртути в атмосферном (в среднем 38,7 нг/м³ при разбросе от 2 до 200 нг/м³) и почвенном воздухе (в среднем 787 нг/м³ при разбросе от 45 до 5188 нг/м³). Эти данные по содержанию ртути в атмосферном и почвенном воздухе в среднем, соответственно, в 3 и 170 раз выше значений, установленных нами. В последней из указанных работ отмечается, что данные в основном получены в 1990 году, а также в процессе локальных отборов на территории Республики Алтай в 1992–2020 гг. Возможно, несоответствие связано с самоочищением воздуха территории после прекращения работы АГМП.

Уровни содержания ртути в волосах жителей поселка Акташ. Для исследования были выбраны в первую очередь дети, поскольку они считаются более восприимчивыми к внешнему воздействию и не подвержены влиянию производственных факторов, а также они меньше мигрируют (Швецова и др., 2010). По данным исследования школьников в возрасте от 10 до 15 лет среднее значение ртути в волосах составило 0,16 мкг/г, при этом у некоренных жителей содержание ртути в волосах равно среднему по выборке, а у коренных – чуть выше (0,17 мкг/г) (рис. 1 А, табл.). В данной группе установлено содержание, превышающее безопасный уровень содержания ртути в волосах (0,58 мкг/г) до 0,67 мкг/г (2 человека из 39), что может приводить к изменениям в интеллектуальном развитии детей (Биомониторинг человека ..., 2015). Однако эти значения не превышают референтную норму (0,5–1,0 мкг/г) (Скальный, 2004). Разделение по гендерному признаку (рис. 1 А) не выявило каких-либо различий: содержание ртути в волосах мальчиков в среднем составило 0,17, у девочек – 0,16 мкг/г.

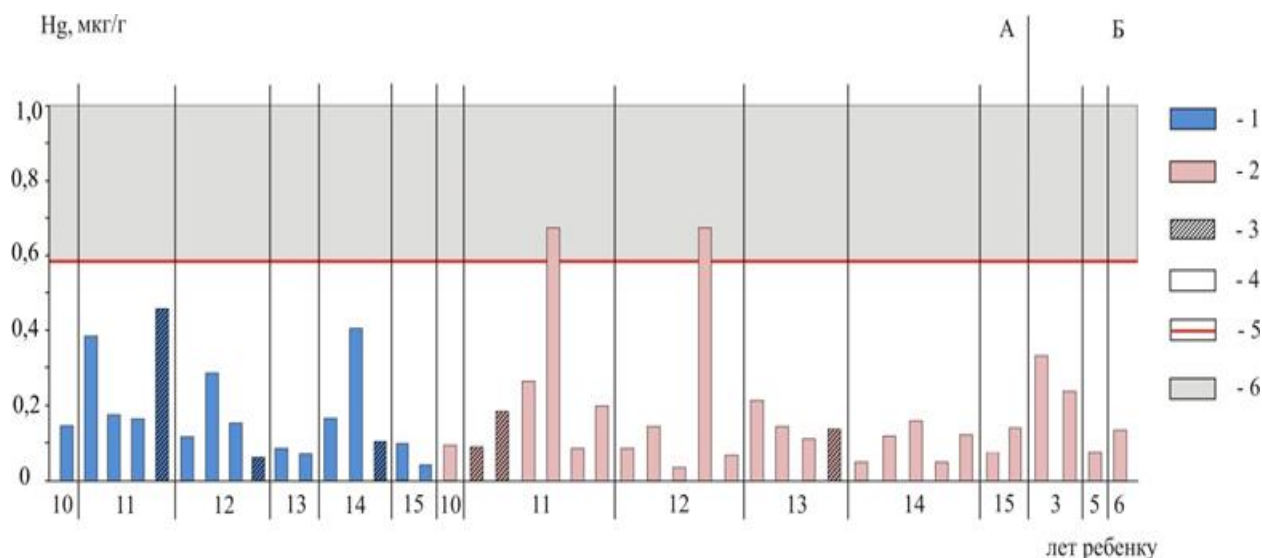


Рисунок 1. Содержание ртути в волосах детей поселка Акташ: А – школьники 10–15 лет, Б – дети дошкольного возраста (3–6 лет). 1 – мальчики, 2 – девочки, 3 – некоренные жители, 4 – коренные жители, 5 – безопасный уровень ртути в волосах человека (Bellanger et al., 2013), 6 – референтный диапазон содержания Hg в волосах человека (Биомониторинг человека ..., 2015). По оси X указан возраст детей.

Группа детей дошкольного возраста (3–6 лет) представлена только девочками, проживающими все время в поселке (коренное население, рис. 1 Б). Содержание ртути в их волосах варьировало от 0,07 до 0,34 мкг/г и в среднем составило 0,19 мкг/г (табл.), что не превышает референтный норматив. Тем не менее, среднее содержание ртути в волосах дошкольников в 1,2 раза выше, чем для детей школьного возраста (0,16 мкг/г). Согласно нашим исследованиям, в воздухе поселка и окружающей местности установлено содержание атомарной ртути до 54 нг/м³. По результатам других исследователей на данной территории значения содержания ртути в воздухе достигают 1000 нг/м³ (Юсупов и др., 2018) и даже 5200 нг/м³ (Робертус и др., 2021). Тем не менее, содержание ртути в воздухе напрямую зависит от его температуры и давления, то есть чем ближе к поверхности земли, тем выше содержание ртути. Поэтому на поверхности волос дошкольников происходит адсорбция данного элемента, поступающего из загрязненной атмосферы (Таций, 2013).

У взрослого населения (18–55 лет) содержание ртути в волосах в среднем составило 0,22 мкг/г (табл.), что в 1,4 раза выше, чем у детей школьного возраста. Это указывает на то, что ртуть накапливается в течение жизни человека и практически не выводится из организма (Packull-McCormick et al., 2022).

У некоренного населения поселка Акташ (рис. 2) в среднем содержание элемента в волосах составило 0,15 мкг/г, что ниже в 2,6 раза, чем у коренных жителей (0,39 мкг/г). Это подтверждает тот факт, что существует влияние повышенного геохимического фона ртути на содержание данного элемента в биосубстратах людей, постоянно проживающих в поселке (Башкин, Касимов 2004; Скальный, 2004; Packull-McCormick et al., 2022). Установлены различия в содержании ртути в волосах исследуемой группы по гендерному признаку: у мужчин в среднем зафиксировано 0,25 мкг/г, что в 1,25 раза выше, чем у женщин – 0,20 мкг/г (рис. 2). Такая ситуация типична, поскольку мужское население более подвержено вредным привычкам (Кутузов, Чеснова, 2017).

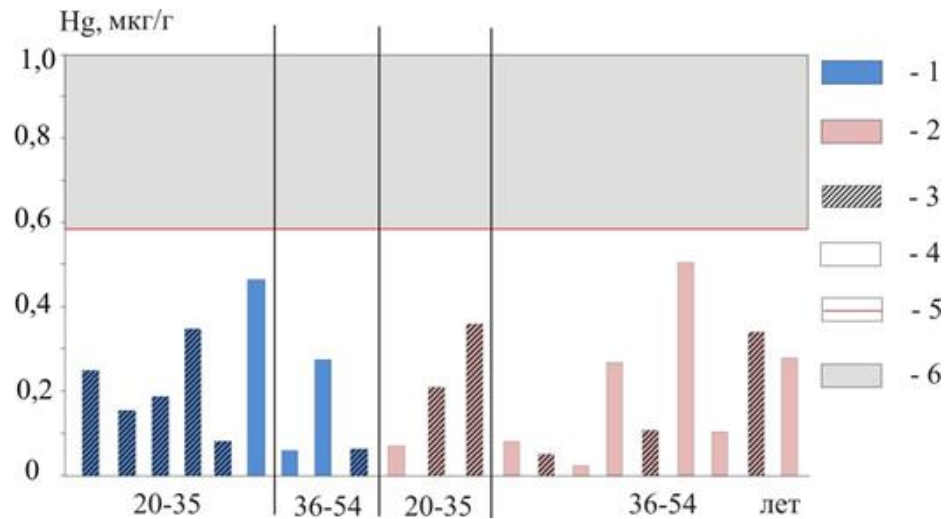


Рисунок 2. Содержание ртути в волосах жителей поселка Акташ с 18 до 55 лет: 1 – мужчины, 2 – женщины, 3 – некоренные жители, 4 – коренные жители, 5 – безопасный уровень ртути в волосах человека (Bellanger et al., 2013), 6 – референтный диапазон содержания Hg в волосах человека (Биомониторинг человека ..., 2015). По оси X указан возраст людей.

Содержание ртути в волосах жителей старше 55 лет, в которую не вошли работники АГМП, изменялось в диапазоне 0,07–0,86 мкг/г и в среднем составило 0,27 мкг/г (рис. 3 А, табл.), что выше, соответственно, в 1,7 и 1,2 раза, чем для группы школьников (0,16 мкг/г) и населения возрастом от 18 до 55 лет (0,22 мкг/г). Содержание ртути в волосах некоренного населения старше 55 лет (не работающих на АГМП) в среднем составило 0,21 мкг/г, а у коренного – в три раза больше (0,61 мкг/г), что незначительно, но превышает безопасный уровень содержания ртути в волосах. В данной группе установлены небольшие различия по гендерному признаку. Среднее содержание Hg в волосах у мужчин составило 0,30 мкг/г, у женщин чуть меньше – 0,26 мкг/г, что в 1,2 и 1,3 раза выше, чем у предыдущей группы. Это также подтверждает факт накопления ртути с возрастом и влияния вредных привычек у мужчин на содержание ртути в волосах, как было отмечено выше в случае группы детей и взрослого населения возрастом 18–55 лет (Кутузов, Чеснова, 2017).

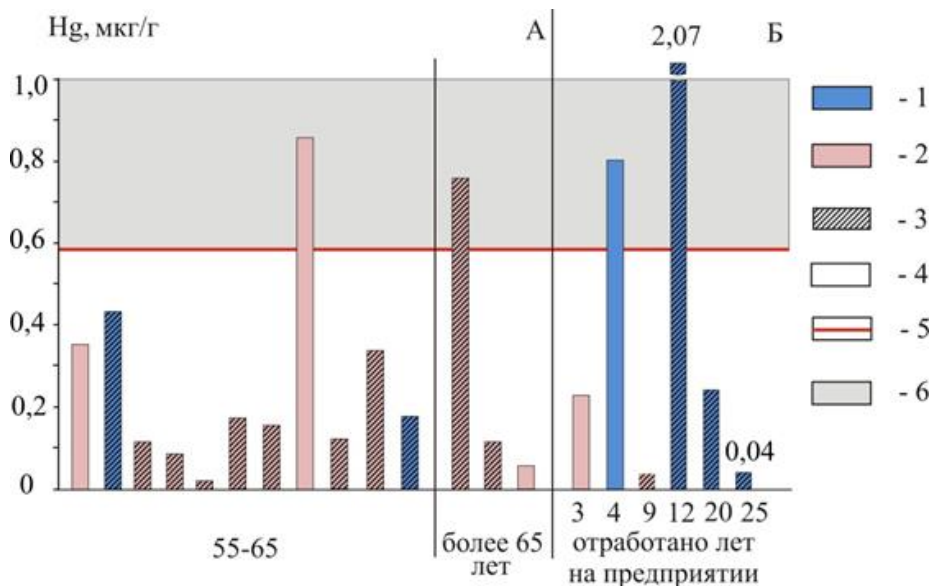


Рисунок 3. Содержание ртути в волосах жителей поселка Акташ старше 55 лет: А – не работали на Акташском горно-металлургическом предприятии (АГМП), Б – бывшие работники АГМП. 1 – мужчины, 2 – женщины, 3 – некоренные жители, 4 – коренные жители, 5 – безопасный уровень ртути в волосах человека (Bellanger et al., 2013), 6 – референтный диапазон содержания Hg в волосах человека (Биомониторинг человека ..., 2015). По оси X значения для: А – возраст людей, Б – сколько лет отработано на предприятии.

Поскольку на территории поселка до 2007 года функционировало горно-металлургическое предприятие по добычи и переработки ртути содержащих руд, то была выделена группа бывших работников АГМП (Рис. 3 Б). Их возрастной диапазон более 55 лет. Содержание ртути в волосах варьирует от 0,04 до 2,07 мкг/г и в среднем составило 0,62 мкг/г, что более чем в 2 раза выше по сравнению со значениями, установленными для жителей поселка той же возрастной категории, но не являющихся работниками АГМП. У двух бывших работников предприятия установлено превышение безопасного уровня содержания ртути в волосах (<0,58 мкг/г) в 1,4 и 3,6 раза. В данной группе так же установлены небольшие различия по гендерному признаку. Среднее содержание Hg в волосах у мужчин составило 0,65 мкг/г, у женщин чуть меньше – 0,57 мкг/г, что в 2,2 раза выше, чем у мужчин и женщин возрастом более 55 лет, которые не работали на АГМП (0,27 мкг/г). Содержание ртути в волосах некоренного населения данной группы в среднем составило 0,79 мкг/г, что превышает безопасный уровень содержания ртути в волосах в 1,3 раза, а у коренного населения (0,29 мкг/г) в 2 раза меньше, чем у некоренного. Такие различия обусловлены вредными условиями труда на предприятии (Queiro-Abad et al., 2019), которые влияют в большей степени, чем проживание в районах с повышенным геохимическим фоном элементов.

Содержание ртути в группе семей в среднем составило 0,26 мкг/г; диапазон значений варьирует значительно от 0,036 до 0,86 мкг/г. Это обусловлено возрастными различиями данной группы (рис. 4). В большинстве из исследованных семей (№ 1, 2, 5–8; рис. 4) прослеживается прямая зависимость содержания ртути в волосах от возраста, однако в семьях номер 3 и 4 установлена обратная зависимость (рис. 4). Члены некоторых семей имеют близкий возраст, например, семья номер 6 (66 и 69 лет) и семья номер 8 (60 лет) (рис. 4), при этом наблюдаются значительные различия по содержанию ртути в волосах в 2,6 и 3,4 раза, соответственно. В данной группе у коренного населения среднее содержание Hg в волосах (0,24 мкг/г) несколько ниже, чем у некоренного (0,29 мкг/г) (рис. 4, табл.). Хотя в предыдущих группах отмечена обратная зависимость. Возможно, это обусловлено тем, что в данную выборку попали бывшие работники АГМП, которые имеют повышенные значения содержания ртути в волосах независимо от того, сколько они проживают на исследуемой территории. Важно отметить, что среди данной группы выделяется 4 пробы (в семьях номер 3, 6–8; рис. 4), которые превышают безопасный уровень содержания ртути в волосах человека: три пробы из этой выборки принадлежат жителям поселка старше 60-ти лет и одна ребенку 11-ти лет. Факт повышения содержания ртути в волосах как у взрослых, так и у детей требует более детальных исследований, поскольку в анкету не входила информация о родственных связях и образе жизни каждого члена семьи в отдельности.

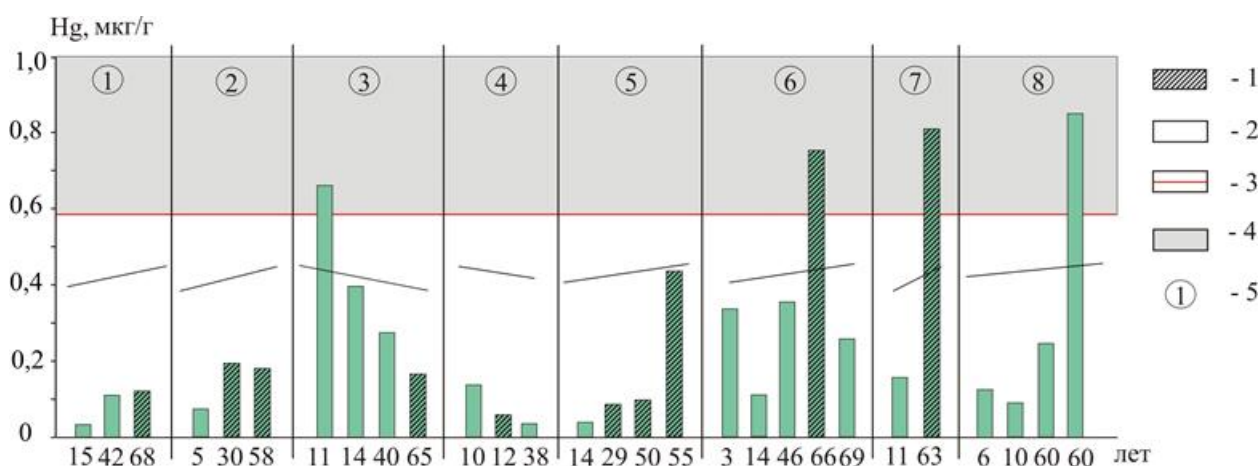


Рисунок 4. Содержание ртути в волосах жителей поселка Акташ в семьях: 1 – некоренные жители, 2 – коренные жители, 3 – величина < 0,58 мкг/г – безопасный уровень ртути в волосах человека (Bellanger et al., 2013), 4 – референтный диапазон содержания Hg в волосах человека (Биомониторинг человека ..., 2015), 5 – номер семьи, наклонная линия на диаграмме – линия тренда. Ось X – возраст людей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Диапазон содержания ртути в волосах людей из разных регионов России и Мира достаточно широк (табл.).

Таблица

Содержание ртути в волосах жителей различных регионов мира в сравнении с результатами данного исследования

Страна	Группы	Возраст, лет	Ртуть, мкг/г	Источник данных
Пенанг, Малазия	Взрослое население	-*	4,92	Aldroobi et al., 2013
Италия (север/восток)	Дети	6–11	0,6	Pino et al., 2018
Испания, побережье	Взрослое население	30–49	1,73	Queipo-Abad et al., 2019
	Взрослое население	> 50	1,97	
Астурия, Испания	Рабочие завода после аварии	< 29	1,5	Малов и др., 2019
г. Санкт-Петербург, Россия	Дети	0–17	0,91	
	Взрослое население	18–49	3,1	
	Взрослое население	> 50	4,0	
	Среднее по группе	-	2,5	
Томская область, Россия	Дети	-	3,2	Барановская и др., 2011
г. Саранск, Россия	Дети	-	0,07	Янин, 2009
поселок Акташ, Республика Алтай, Россия	Дети			
	Девочки	3–6	0,19	Результаты данного исследования
	Коренные жители	10–15	0,16	
	Некоренные жители		0,17	
	Мальчики		0,16	
	Девочки		0,17	
	Среднее по группе		0,16	
	Взрослые			
	Коренные жители	18–55	0,29	Результаты данного исследования
	Некоренные жители		0,15	
	Мужчины		0,25	
	Женщины		0,20	
	Среднее по группе		0,22	
	Коренные жители	> 55	0,61	
	Некоренные жители		0,21	
	Мужчины		0,3	
	Женщины		0,26	
	Среднее по группе		0,27	
	Коренные жители	рабочие АГМП	0,29	
	Некоренные жители		0,79	
	Мужчины		0,65	
	Женщины		0,57	
	Среднее по группе		0,62	
	Семьи	-	0,26	
	Семьи коренных жителей	-	0,24	
	Семьи некоренных жителей	-	0,29	
	Среднее для всей жителей поселка Акташ	-	0,23	

Примечание. * – приведены средние значения без указания на возраст группы людей.

Например, содержание ртути в волосах населения такого крупного промышленного центра как г. Санкт-Петербург составляет 2,5 мкг/г (Малов и др., 2019).

У жителей полуострова Пенанг (Малазия) (Aldroobi et al., 2013), потребляющих значительное количество морепродуктов и риса, содержание ртути в волосах в среднем составляет 4,92 мкг/г. Эти значения в сравнении с приведенными выше в 11 и 21 раз выше, чем у жителей поселка Акташ (Hg ср. = 0,23 мкг/г) (табл.).

У детей работников Саранского электролампового завода (Янин, 2009), чьи родители подвергались воздействию Hg^0 на данном предприятии, содержание ртути в волосах не столь высокое (0,07 мкг/г), как, например, у детей в Томской области (табл.). Высокое содержание ртути обусловлено ее аэрогенным поступлением при пылении почв, загрязнённых фунгицидами (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989), либо по пищевой цепи через выращенные на этих почвах сельскохозяйственные культуры (Барановская и др., 2011). Содержание ртути в волосах детей в Италии (северная и южная прибрежные части) составляет 0,6 мкг/г (Aldroobi et al., 2013). Данная территория принадлежит к средиземноморскому ртутному поясу, а население традиционно употребляет в пищу много морепродуктов и проживает в крупных промышленных центрах. Содержание ртути в волосах детей в 3,7 раз выше, чем в аналогичной группе жителей поселка Акташ (табл.).

В группе населения п. Акташ в возрасте от 18 до 55 лет содержание ртути в волосах ниже (0,15-0,29 мкг/г), чем, например, в волосах жителей побережья Испании (1,73 мкг/г), относящегося к средиземноморскому ртутному поясу (Шевырев, 2013), или жителей такого крупного индустриального центра России как г. Санкт-Петербург (3,1 мкг/г) (Малов и др., 2019).

У населения Испании старше 55 лет содержание ртути в волосах в среднем составляет 1,97 мкг/г (Queiro-Abad et al., 2019), у жителей г. Санкт-Петербург (Россия) – 4,05 мкг/г, что выше в 7,2 и 15 раз, соответственно, чем для данной группы жителей поселка Акташ (0,27 мкг/г).

Содержание ртути в волосах рабочих, получивших острое отравление ртутью после аварии в 2012 году на заводе по производству цинка (Астурия, Испания) в среднем составило 1,5 мкг Hg/g (Queiro-Abad et al., 2019) (табл.). Это более, чем в 2 раза выше (0,62 мкг/г), по сравнению с жителями поселка Акташ, работавшими на АГМП.

Таким образом, можно выделить несколько основных факторов, которые существенно влияют на накопление ртути в организме человека:

- проживание на территории геохимических аномалий (Aldroobi et al., 2013; Queiro-Abad et al., 2019) и промышленных центров (Малов и др., 2019; Aldroobi et al., 2013);
- употребление продуктов питания с высокими содержаниями ртути (рыба, рис, грибы) (Барановская и др., 2011; Queiro-Abad et al., 2019);
- время проживания (Packull-McCormick et al., 2022);
- вредные привычки (курение) (Кутузов, Чеснова, 2017);
- адсорбция ртути из загрязненной атмосферы на поверхности волос (Таций, 2013);
- аварии на предприятиях, использующие ртуть при производстве (Queiro-Abad et al., 2019; Янин, 2009).

ВЫВОДЫ

1. Установлено высокое содержание ртути в атмосферном и почвенном воздухе поселка Акташ, в 6 раз превышающее фоновые значения. Среднее содержание ртути в почве превышает среднее фоновое значение в 17 раз, а среднее значение в почвах Мира – на порядок. Аномальные (относительно фоновых) концентрации ртути составляют 47,5%, выше ПДК – 20% значений в выборке.

2. В группе детей дошкольного возраста отмечено повышенное содержание ртути в волосах, что обусловлено наличием в воздухе поселка Акташ и окружающей местности атомарной ртути и ее адсорбцией на поверхности волос.

3. Несмотря на то, что жители поселка Акташ проживают на территории с повышенным геохимическим фоном (Курайская ртутная зона), среднее содержание ртути в их волосах составило 0,23 мкг Hg/g , что значительно ниже референтной дозы,

4. Отмечено увеличение количества ртути в волосах с возрастом людей. У коренных жителей поселка Акташ содержание ртути в волосах выше, чем у приезжих и мужчин в возрастных группах 18-55 и более 55 лет.

5. Наиболее высокое содержание ртути в волосах установлено у бывших работников горнодобывающего предприятия, что является следствием влияния повышенной вредности производства.

6. Для жителей поселка Акташ поступление ртути в организм связано с процессом дыхания и адсорбцией элемента на поверхности волос из загрязненной атмосферы, а также с употреблением продуктов питания, содержащих ртуть (рыба, грибы) и в результате курения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы работы благодарят Мадину Жумабековну Козубаеву и Наталью Юрьевну Красных за помощь в сборе данных и проведении анкетирования жителей поселка Акташ.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Экспедиционные и геохимические работы частично выполнены в рамках государственного задания ИГМ СО РАН им. В.С. Соболева. Анализ содержания ртути в почвах выполнен при поддержке РФФ 18-77-10056. Все лабораторные работы проведены на базе Центра коллективного пользования «Многоэлементных и изотопных исследований» ИГМ СО РАН, г. Новосибирск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановская Н.В., Швецова Д.В., Судыко, А.Ф. Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2011. № 319 (1). С. 212-220.
2. Башкин В. Н., Касимов Н. С. *Биогеохимия*. М.: Науч, 2004. 647 с.
3. *Биомониторинг человека: факты и цифры*. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2015. URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/environmentandhealth/health-impact>
4. ВОЗ. *Метилртуть*. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 101. Медицина. 1993. 124 с.
5. Густайтис М.А., Мягкая И.Н., Щербов Б.Л., Лазарева Е.В. Загрязнение ртутью окружающей среды после эксплуатации Ново-Урского золоторудного месторождения (Кемеровская область) // *Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле*. 2016. Т. 18. С. 14–24.
6. Иванов В.В. *Экологическая геохимия элементов* / Справочник в шести книгах. Кн. 6. Главные d-элементы. М: Экология, 1996. 576 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. *Микроэлементы в почвах и растениях*. М: МИР, 1989. 439 с.
8. Ковальский В.В. *Геохимическая экология*. Большая медицинская энциклопедия. 1977. Т. 5. 276 с.
9. Корчина Т.Я. *Микроэлементный статус коренного и некоренного населения Северо-Запада Сибири*. Деп. В ВИНТИ 13.03.2008. № 219. 2009. 24 с.
10. Кутузов М.Н., Чеснова А.Е. Определение содержания метилртути в волосах у мужчин, проживающих в городе Череповце // *Эволюционные и экологические аспекты изучения живой материи*. 2017. С. 206–210.
11. Малов А.М., Луковникова Л.В., Аликбаева Л.А., Якубова И.Ш., Дейнега А.В. *Макромицеты как чувствительный объект оценки загрязнения территории Санкт-Петербурга ртутью* // Профилактическая медицина-2019: Сб. науч. трудов Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. (Санкт-Петербург, 14-15 ноября 2019 г.) / под ред. Мельцера А.В., Якубовой И.Ш. Ч. 2. СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. 264 с.
12. ПНД Ф 16.1:2.2.80-2013 (М 03-09-2013). Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов, в том числе тепличных грунтов, глин и донных отложений атомно-абсорбционным методом с использованием анализатора ртути РА-915М.
13. Рихванов Л.П., Абросимова Н.А., Барановская Н.В. и др. *Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. 437 с.
14. Робертус Ю.В., Пузанов А.В., Любимов Р.В. Особенности ртутного загрязнения окружающей среды в районе Акташского горно-металлургического предприятия (Республика Алтай) // *География и природные ресурсы*. 2015. № 3. С. 48–55.
15. Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Пузанов А.В., Елизаровн К.В. Ртуть в компонентах природной среды Республики Алтай // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2021. № 332 (3). С. 158–167. <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/3/3111>
16. Сагт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. *Геохимия окружающей среды*. М.: Недра, 1990. 335 с.
17. Скальный А.В. *Химические элементы в физиологии и экологии человека*. М.: МИР, 2004. 216 с.
18. Тацкий Ю.Г. О возможности использования волос в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды ртутью // *Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование*. 2013. № 12. С. 158–164.
19. Тепаносян Г.О., Беляева О.А., Саакян Л.В., Сагателян А.К. Интегрированный подход при определении фоновых содержаний химических элементов в почвах // *Геохимия*. 2017. № 6. С. 563–570.
20. Швецова Д.В., Барановская Н.В., Корогод Н.П. *Ртуть в волосах детей Томской области* // Ртуть в биосфере: экологогеохимические аспекты: Матер. Междунар. симп. Москва, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. 2010. С. 330–333.

21. Шевырев Л.Т. Закономерности в распределении летучих элементов в поверхностной оболочке Земли: вероятная историко-минералогическая интерпретация. Статья 1. Ртуть // *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология*. 2013. № 2. С. 106–117.
22. Юсупов Д.В., Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Любимов Р.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М. Распределение ртути в компонентах окружающей среды горнорудных районов Республики Алтай // *Оптика атмосферы и океана*. 2018. № 31 (1). С. 73–78. DOI: [10.15372/AOO20180112](https://doi.org/10.15372/AOO20180112)
23. Янин Е.П. Место работы родителей как возможный фактор гигиенического риска для детей // *Медицина труда и промышленная экология*. 2009. № 6. С. 37–39.
24. Aldroobi K.S.A., Shukri A., Bauk S., Munem E.M.A., Abuarrar A.M. Determination of arsenic and mercury level in scalp hair from a selected population in Penang, Malaysia using XRF technique // *Radiation Physics and Chemistry*. 2013. Vol. 91. P. 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.06.004>
25. Bellanger M., Pichery C., Aerts D. et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention // *Environment Health*. 2013. Vol. 12. P. 3–10. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-3>
26. Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings // *Toxicology*. 1995. Vol. 101. P. 29–39.
27. Carmona M., Llanos W., Higuera P., Kocman D. Mercury emissions in equilibrium: a novel approach for the quantification of mercury emissions from contaminated soils // *Analytical Methods*. 2013. 5 (11). P. 2793–2801.
28. Chojnacka K., Gorecka H., Chojnacki A., Gorecki H. Inter-element interactions in human hair // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2005. Vol. 20. P. 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2005.03.004>
29. De Almeida R.P., Ferrari R.G., Dos Santos L.N., Junior C.A.C. Mercury in aquatic fauna contamination: a systematic review on its dynamics and potential health risks // *Journal of Environmental Sciences*. 2019. 84. P. 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.018>
30. Gaskov I.V. Features of Magmatim-Related Metallogeny of Gorny Altai and Rudny Altai (Russia) // *Russian Geology and Geophysics*. 2018. Vol. 59. № 8. P. 1010–1021. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2018.07.020>
31. National Research Council. *Toxicological effects of methylmercury*. Washington, DC: National Academies Press; 2000. URL: <https://www.nap.edu/read/9899/chapter/1> (дата обращения: 27.04.17)
32. Packull-McCormick S., Ratelle M., Lam C., Napenas J., Bouchard M., Swanson H., Laird B.D. Hair to blood mercury concentration ratios and a retrospective hair segmental mercury analysis in the Northwest Territories, Canada // *Environmental Research*. 2022. Vol. 203. 111800. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111800>
33. Phan K., Sthiannopkao S., Kimet K.W. et al. Health risk assessment of inorganic arsenic intake of Cambodia residents through groundwater drinking pathway // *Water research*. 2010. Vol. 44. № 19. P. 5777–5788. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.021>
34. Pierce P.E., Thompson J.F., Likosky W.H., Nickey L.N., Barthel W.F., Hinman A.R. Alkyl mercury poisoning in humans // *JAMA*. 1972. Vol. 220. P. 1439–1442.
35. Pino A., Bocca B., Forte G., Majorani C., Petrucci F., Senofonte O., Alimonti A. Determination of mercury in hair of children // *Toxicology letters*. 2018. Vol. 298. P. 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2018.06.1215>
36. Queipo-Abad S., González P.R., Martínez-Morillo E., Davis W.C., Alonso J.I.G. Concentration of mercury species in hair, blood and urine of individuals occupationally exposed to gaseous elemental mercury in Asturias (Spain) and its comparison with individuals from a control group formed by close relatives // *Science of The Total Environment*. 2019. Vol. 672. P. 314–323. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.367>
37. Stamenkovic J., Gustin M.S. Nonstomatal versus stomatal uptake of atmospheric mercury // *Environmental Science and Technology*. 2009. 43 (5). P. 1367–1372.
38. Szyrkowska M.I., Marcinek M., Pawlaczyk A., Albińska J. Human hair analysis in relation to similar environmental and occupational exposure // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2015. Vol. 40. P. 402–408. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.07.005>

Поступила в редакцию 05.01.2022

Принята 13.01.2022

Опубликована 14.01.2022

Сведения об авторах:

Густайтис Мария Алексеевна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии благородных и редких элементов ФГБУН Институт геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); gustaitis@igm.nsc.ru

Мягкая Ирина Николаевна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии благородных и редких элементов ФГБУН Институт геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); i_myagkaya@igm.nsc.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

**DISTRIBUTION OF MERCURY IN THE HAIR OF RESIDENTS OF AKTASH
(REPUBLIC OF ALTAI)**

© 2022 M. A. Gustaytis , I. N. Myagkaya

*V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia. E-mail: gustaitis@igm.nsc.ru*

The aim of the study: to reveal the peculiarities of mercury distribution in the hair of residents of the Aktash settlement, which is located within the natural mercury anomaly (Kurai mercury zone, Russia) and influence area of a mercury deposit with stored mercury-containing waste.

Location and time of the study. Sampling was carried out in 2019 in Aktash village (Ulagan district, Altai Republic), which is part of the Kurai mercury zone.

Methodology. Mercury in the samples was determined by the atomic absorption method using a RA-915M mercury analyzer.

Results. High concentrations of Hg in the atmospheric and soil air were revealed. The average mercury content in the hair of Aktash residents was 0.23 µg/g, which was significantly lower than the reference value. An increased content of mercury in the hair of the indigenous population of the Aktash settlement was revealed, the differences being sex-related. The highest mercury levels were found in former mining workers. It was found that mercury enters the body of the inhabitants of the settlement to a greater extent by breathing and as a result of adsorption from the atmosphere on the hair surface, and to a lesser extent through the consumption of food containing mercury (fish, mushrooms) or as a result of smoking.

Key words: Kurai mercury zone, mercury; hair; soil, air

How to cite: Gustaytis M.A., Myagkaya I.N. Distribution of mercury in the hair of Aktash residents (Republic of Altai) // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(1). e165. DOI: [10.31251/pos.v5i1.165](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.165) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Baranovskaya N.V., Shvetsova D.V., Sudyko, A.F. Regional specificity of the elemental composition of the hair of children living in the Tomsk region // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources*. 2011, No. 319 (1), p. 212–220. (in Russian)
2. Bashkin V.N., Kasimov N.S. *Biogeochemistry*. Moscow: Nauch, 2004. 647 p. (in Russian)
3. *Human biomonitoring: facts and figures*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/environmentandhealth/health-impact>
4. WHO. *Methylmercury*. Hygienic criteria for the state of the environment. 101. Medicine, 1993. 124 p. (in Russian).
5. Gustaitis M.A., Myagkaya I.N., Shcherbov B.L., Lazareva E.V. Mercury contamination of the environment after the operation of the Novo-Ursk gold ore deposit (Kemerovo region) // *Bulletin of the Irkutsk State University. Ser. Earth sciences*, 2016, Vol. 18, p. 14–24. (in Russian)
6. Ivanov V.V. *Ecological geochemistry of elements* / Handbook in six books. Book. 6. Main d-elements. M: Ecology, 1996. 576 p. (in Russian)
7. Kabata-Pendias A., Pendias H. *Trace elements in soils and plants*. M: MIR, 1989. 439 p. (in Russian)
8. Kovalsky V.V. *Geochemical ecology*. Great medical encyclopedia, 1977, Vol. 5, 276 p. (in Russian)
9. Korchina T.Ya. *Trace element status of the indigenous and non-indigenous population of the North-West of Siberia*. Dep. AT VINITI 03/13/2008. No. 219. 2009. 24 p. (in Russian)
10. Kutuzov M.N., Chesnova A.E. Determination of the content of methylmercury in the hair of men living in the city of Cherepovets // *Evolutionary and ecological aspects of the study of living matter*, 2017, p. 206–210. (in Russian)
11. Malov A.M., Lukovnikova L.V., Alikbaeva L.A., Yakubova I.Sh., Deinega A.V. *Macromycetes as a sensitive object for assessing the pollution of the territory of St. Petersburg with mercury* // Preventive Medicine-2019: Coll. scientific. Proceedings of Vseros. scientific and practical. conf. with int. participation. (St. Petersburg, November 14-15, 2019) / ed. Meltsera A.V., Yakubova I.Sh. Part 2. SPb.: Publishing house of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 2019. 264 p. (in Russian)
12. *PND F 16.1: 2: 2.2.80-2013 (M 03-09-2013)*. Quantitative chemical analysis of soils. Methods for measuring the mass fraction of total mercury in soil samples, grounds, including greenhouse grounds, clays and bottom sediments by the atomic absorption method using a mercury analyzer RA-915M. (in Russian)

13. Rikhvanov L.P., Abrosimova N.A., Baranovskaya N.V. and others. *Biogeochemical monitoring in the areas of tailing dumps of mining enterprises, taking into account the microbiological factors of transformation of mineral components*. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2017. 437 p. (in Russian)
14. Robertus Yu.V., Puzanov A.V., Lyubimov R.V. Features of mercury pollution of the environment in the area of the Aktash mining and metallurgical enterprise (Altai Republic) // *Geography and natural resources*, 2015, No. 3, p. 48–55. (in Russian)
15. Robertus Yu.V., Rikhvanov L.P., Puzanov A.V., Elizarov K.V. Mercury in the components of the natural environment of the Altai Republic // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources*. 2021, No. 332 (3), p. 158–167. <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/3/3111> (in Russian)
16. Saet Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. and others. *Geochemistry of the environment*. Moscow: Nedra, 1990. 335 p. (in Russian)
17. Skalny A.V. *Chemical elements in human physiology and ecology*. M.: MIR, 2004. 216 p. (in Russian)
18. Tatsiy Yu.G. On the possibility of using hair as a bioindicator of environmental pollution with mercury // *Vestn. Tyumen. state un-that. Ecology and nature management*, 2013, No. 12, p. 158–164. (in Russian)
19. Tepanosyan G.O., Belyaeva O.A., Sahakyan L.V., Saghatelyan A.K. An integrated approach in determining the background contents of chemical elements in soils // *Geokhimiya*, 2017, No. 6, p. 563–570. (in Russian)
20. Shvetsova D.V., Baranovskaya N.V., Korogod N.P. Mercury in the hair of children of the Tomsk region // Mercury in the biosphere: ecological and geochemical aspects: Mater. Int. symp. Moscow, Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry. IN AND. Vernadsky RAS, 2010, p. 330–333. (in Russian)
21. Shevyrev L.T. Regularities in the distribution of volatile elements in the surface shell of the Earth: a probable historical and mineragenic interpretation. Article 1. Mercury // *Bulletin of the Voronezh State University. Ser. Geology*, 2013, No. 2, p. 106–117. (in Russian)
22. Yusupov D.V., Robertus Yu.V., Rikhvanov L.P., Lyubimov R.V., Lyapina E.E., Tursunaliyeva E.M. Distribution of mercury in the environmental components of mining regions of the Altai Republic // *Optics of the atmosphere and ocean*, 2018, No. 31 (1), p. 73–78. DOI: [10.15372/AOO20180112](https://doi.org/10.15372/AOO20180112) (in Russian)
23. Yanin E.P. Parents' place of work as a possible factor of hygienic risk for children // *Occupational Medicine and Industrial Ecology*, 2009, No. 6, p. 37–39. (in Russian)
24. Aldroobi K.S.A., Shukri A., Bauk S., Munem E.M.A., Abuarra A.M. Determination of arsenic and mercury level in scalp hair from a selected population in Penang, Malaysia using XRF technique // *Radiation Physics and Chemistry*, 2013, Vol. 91, p. 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.06.004>
25. Bellanger M., Pichery C., Aerts D. et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention // *Environment Health*, 2013, Vol. 12, p. 3–10. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-3>
26. Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings // *Toxicology*, 1995, Vol. 101, p. 29–39.
27. Carmona M., Llanos W., Higuera P., Kocman D. Mercury emissions in equilibrium: a novel approach for the quantification of mercury emissions from contaminated soils // *Analytical Methods*, 2013, 5 (11), p. 2793–2801.
28. Chojnacka K., Gorecka H., Chojnacki A., Gorecki H. Inter-element interactions in human hair/ // *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2005, Vol. 20, p. 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2005.03.004>
29. De Almeida R.P., Ferrari R.G., Dos Santos L.N., Junior C.A.C. Mercury in aquatic fauna contamination: a systematic review on its dynamics and potential health risks // *Journal of Environmental Sciences*, 2019, Vol. 84, p. 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.018>
30. Gaskov I.V. Features of Magmatim-Related Metallogeny of Gorny Altai and Rudny Altai (Russia) // *Russian Geology and Geophysics*, 2018, Vol. 59, No. 8, p. 1010–1021. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2018.07.020>
31. National Research Council. *Toxicological effects of methylmercury*. Washington, DC: National Academies Press; 2000. URL: <https://www.nap.edu/read/9899/chapter/1> (дата обращения: 27.04.17)
32. Packull-McCormick S., Ratelle M., Lam C., Napenas J., Bouchard M., Swanson H., Laird B.D. Hair to blood mercury concentration ratios and a retrospective hair segmental mercury analysis in the Northwest Territories, Canada // *Environmental Research*, 2022, Vol. 203, 111800. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111800>
33. Phan K., Sthiannopkao S., Kimet K.W. et al. Health risk assessment of inorganic arsenic intake of Cambodia residents through groundwater drinking pathway // *Water research*, 2010, Vol. 44, No. 19, p. 5777–5788. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.021>
34. Pierce P.E., Thompson J.F., Likosky W.H., Nickey L.N., Barthel W.F., Hinman A.R. Alkyl mercury poisoning in humans // *JAMA*, 1972, Vol. 220, p. 1439–1442.
35. Pino A., Bocca B., Forte G., Majorani C., Petrucci F., Senofonte O., Alimonti A. Determination of mercury in hair of children // *Toxicology letters*, 2018, Vol. 298, p. 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2018.06.1215>
36. Queipo-Abad S., González P.R., Martínez-Morillo E., Davis W.C., Alonso J.I.G. Concentration of mercury species in hair, blood and urine of individuals occupationally exposed to gaseous elemental mercury in Asturias (Spain) and its comparison with individuals from a control group formed by close relatives // *Science of The Total Environment*, 2019, Vol. 672, p. 314–323. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.367>
37. Stamenkovic J., Gustin M.S. Nonstomatal versus stomatal uptake of atmospheric mercury // *Environmental Science and Technology*, 2009, 43 (5), p. 1367–1372.

38. Szyrkowska M.I., Marcinek M., Pawlaczyk A., Albińska J. Human hair analysis in relation to similar environmental and occupational exposure // *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2015, Vol. 40, p. 402–408. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.07.005>

Received 05 January 2022
Accepted 13 January 2022
Published 14 January 2022

About the authors:

Gustaitis Maria Alekseevna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Geochemistry of Noble and Rare Elements, V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); gustaitis@igm.nsc.ru

Myagkaya Irina Nikolaevna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Geochemistry of Noble and Rare Elements, V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); i_myagkaya@igm.nsc.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВ МИКРОЗАПАДИН

© 2022 О. И. Сапрыкин , Н. А. Соколова 

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2, г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: saprykin@issa-siberia.ru

Цель исследования. В связи с вовлечением в сельскохозяйственный оборот текстурно-дифференцированных почв микрозападин целью исследования было проследить степень агрогенной трансформации их профиля при различной длительности агрогенного воздействия.

Место и время проведения. Исследования проведены в июле 2019 и 2021 гг. в плакорно-микрозападном агроландшафте Кожевниковского района Томской области, приблизительно в 6 км к востоку от с. Базой.

Методы. Для изучения степени агрогенной трансформации профиля текстурно-дифференцированных почв выполнены почвенные разрезы в нетронутой западине под лесом, в микрозападине, где лес сведен менее трех лет назад, а также в западине, вовлеченной в пашню более пяти, но менее десяти лет тому назад. Для сравнения выполнен разрез фоновой почвы агроландшафта.

Основные результаты. В плакорно-микрозападном агроландшафте фоновой почвой является агрочернозем глинисто-иллювиальный (формула профиля PU-AB-VI-VIca-BCca-Cca). Почва в микрозападине под лесом представлена подбелом темногумусовым (формула профиля AO-AUel-AEL-ELnp-BEL-VT-BC). Почва в микрозападине с недавно сведенным лесом отнесена к подтипу подбелов темногумусовых поверхностно-турбированных (формула профиля [AO, AU, EL]tr-BEL-VT-BC). Почва в микрозападине, вовлеченной в пашню более пяти лет назад, отнесена к подтипу агроземов текстурно-дифференцированных агрогетерогенных (формула профиля Prz-Pagr-BEL-VT-BC).

Заключение. При сопоставлении системы горизонтов текстурно-дифференцированных почв микрозападин с разной длительностью агрогенного влияния прослежена трансформация темногумусовых и иллювиальных горизонтов сначала в турбированные, а затем в агротемногумусовые. При этом классификационная принадлежность почв меняется вначале на подтиповом, а затем на типовом уровне, а классификационное разнообразие почв на данной территории увеличивается.

Ключевые слова: агроландшафт; микрозападины; подбелы; агроземы; агрогенное влияние

Цитирование: Сапрыкин О.И., Соколова Н.А. Агрогенная трансформация профилей текстурно-дифференцированных почв микрозападин // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. e171. DOI: [10.31251/pos.v5i1.171](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.171)

ВВЕДЕНИЕ

Неоднородность почвенного покрова определяет не только его пространственное строение, но и функциональное использование (Булгаков и др., 2012). Так, при выраженности микрорельефа почвы, развитые в понижениях, аккумулируют больше влаги, нитратного азота (Капустянчик, Добротворская, 2012а), медленнее прогреваются (Капустянчик, Добротворская, 2012б); характеризуются меньшим содержанием гумуса и обменных оснований (Сапрыкин и др., 2020). При неблагоприятных погодных условиях в Сибири именно в понижениях микрорельефа посевы злаков могут вымокать, вымерзать либо сильнее засоряться. При этом степень контрастности компонентов почвенного покрова влияет на производственные возможности: в случае высокой контрастности необходимы специфические агротехнологические приемы для ее преодоления и выравнивания продуктивности сельскохозяйственных культур (Карманов, Савинова, 1985). Примером высококонтрастных почвенных комбинаций могут служить комплексы черноземов глинисто-иллювиальных с подбелами, широко распространенные в северной части Приобского плато. В данной комбинации фоновые почвы и почвы микрозападин относятся к разным отделам (аккумулятивно-гумусовых и текстурно-дифференцированных), характеризуются кардинально разными свойствами и режимами и имеют специфические параметры строения профиля (Смоленцев и др., 2017).

В то же время с повышением сложности геометрического строения почвенного покрова снижается рентабельность сельскохозяйственного производства, в связи с чем аграрии ищут различные способы упрощения конфигурации полей (Хмелев и др., 2001). Одним из решений является сведение леса в микрозападинах с последующей распашкой и землеванием поверхности западин, т.е. привнесением почвенного материала с прилегающих фоновых почв. При этом происходит трансформация строения профилей как исходных почв микрозападин, так и фоновых агропочв.

Формирование профилей агрогенно трансформированных почв микрозападин происходит постепенно, в течение определенного времени. Целью данной работы было сравнить строение профилей текстурно-дифференцированных почв, вовлеченных в пашню в разное время, и оценить степень их агрогенной трансформации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели были заложены полнопрофильные почвенные разрезы в агроландшафте в Кожевниковском районе Томской области, к востоку от с. Базой (рис. 1). Для сравнения степени агрогенной трансформации выполнены разрезы на пашне, в микрозападине под лесом, в микрозападине, вовлеченной в пашню не менее 5 лет тому назад, в микрозападине, где лес был сведен 3 года тому назад. Таким образом, почвы микрозападин находятся на разных стадиях вовлечения в пашню. Этот процесс не одномоментен, а происходит в несколько этапов. Вначале проводится сведение леса в западине и раскорчевка. При этом происходит грубое перемешивание верхней части профиля. Затем, в последующие годы, проводится выравнивание поверхности почвы в ложбине, и только потом проводится общая вспашка. Таким образом, почвенный материал с прилегающей территории попадает в ложбину с краев постепенно. Длительность трансформации почв микрозападин, определенная по разновременным космическим снимкам Google Earth, в данном случае составляет около 15 лет.



Рисунок 1. Карта-схема расположения заложённых разрезов: А – разрез 20_2019; В – разрез 21_2019; С – разрез 1_2021; D – разрез 2_2021.

Размеры подавляющей части микрозападин не превышают в диаметре 100 м, при глубине около 1 м, что позволяет проводить землевание почвенным материалом с прилегающей

территории, занятой фоновыми почвами (агрочерноземами глинисто-иллювиальными) в процессе вспашки.

Выделение почвенных горизонтов проводили в соответствии с «Полевым определителем почв» (2008). Классификационную принадлежность почв определяли при помощи «Классификации и диагностики почв России» (2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разрез фоновой почвы выполнен на пашне под посевом рапса. Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), она представлена агрочерноземом глинисто-иллювиальным среднепахотным средневщелоченным суглинистым. Как и для описанных ранее глинисто-иллювиальных агрочерноземов Приобского плато, типодиагностическими здесь являются темногомусовый и глинисто-иллювиальный горизонты, а также наличие карбонатов в профиле (рис. 2).



Рисунок 2. Разрез 20_2019. Агрочернозем глинисто-иллювиальный среднепахотный маломощный средневщелоченный суглинистый.

Темногомусовый агрогенный горизонт в данном почвенном профиле относительно однороден по окраске и структуре, нижняя граница агротемногомусового горизонта определяется по изменению окраски и плотности, из чего можно сделать вывод о том, что в пашню вовлечен только верхний агротемногомусовый горизонт, а нижележащая толща не подвержена агрогенному влиянию и, соответственно, имеет ненарушенное строение.

Почвенный профиль слабо дифференцирован по плотности и гранулометрическому составу. Глинисто-иллювиальный горизонт диагностируется только по наличию глинистых кутан по поверхности некоторых отдельностей. Иллювиально-карбонатный горизонт выделяется по бурному вскипанию от 10%-й HCl, однородную более светлую окраску придает равномерная общая пропитка карбонатами. Переходный к почвообразующей породе горизонт характеризуется более выраженными проявлениями карбонатов в виде светлых вкраплений (табл. 1).

Разрез 20_2019. Агрочернозем глинисто-иллювиальный среднепахотный маломощный средневещелоченный суглинистый.

Координаты: N – 55°45'47.60"; E – 83°27'32.21".

Формула профиля: PU-AB-BI- BІса-BCca-Cca.

Местоположение: Томская область, Кожевниковский район, ~6,15 км на восток-северо-восток от села Базой.

Положение разреза: ровный участок пашни.

Растительность: агроландшафт с посевами рапса.

Высота над уровнем моря: 101 м.

Глубина вскипания: 71 см.

Уровень грунтовых вод: в почвенном профиле не обнаружены.

Почвообразующие породы: карбонатные лессовидные суглинки.

Таблица 1

Строение профиля агрочернозема глинисто-иллювиального среднепахотного маломощного средневещелоченного суглинистого

PU 0–27 см	Агротемногумусовый горизонт. Сухой и серый с поверхности, темно-серый и свежий с глубины 10–13 см; среднесуглинистый; рыхлый; мелкокомковато-зернистый; пронизан корнями растений, встречаются запаханые стебли растений; переход ясный по окраске и плотности.
AB 27–39 см	Свежий; на палево-темно-сером фоне палевые и серые участки; среднесуглинистый; уплотнен; ореховато-комковатые агрегаты распадаются на мелкокомковато-зернистые; граница перехода слабоволнистая, переход ясный по окраске и структуре.
BI 39–71 см	Глинисто-иллювиальный горизонт. Свежий; на буровато-палевом фоне серые и буровато-серые пятна; среднесуглинистый; уплотнен; ореховатый; тонкие гумусово-глинистые пленки на гранях некоторых структурных отдельностей; граница перехода слабоволнистая, переход заметный по окраске и вскипанию.
BІса 71–110 см	Иллювиально-карбонатный горизонт. Свежий; на однородном палевом фоне видны две серовато-палевые кротовины; среднесуглинистый; уплотнен; ореховато-крупнокомковатый; бурно вскипает от HCl (10%), карбонаты в виде общей пропитки, встречаются мелкие корни растений; граница перехода ровная, переход постепенный по окраске, плотности и форме проявления карбонатов.
BCca 110–133 см	Свежий; палевый; среднесуглинистый; уплотнен, плотнее предыдущего; призмовидно-ореховатый; встречаются мелкие корни растений, бурно вскипает от HCl, карбонаты в виде мелких белых вкраплений и общей пропитки; граница перехода ровная, переход постепенный по окраске и размеру карбонатных новообразований.
Cca 133–156 см	Почвообразующая карбонатная порода. Свежий; палевый; среднесуглинистый; уплотнен; призмовидно-ореховато-столбчатый; бурно вскипает от HCl, карбонаты представлены в виде общей пропитки, белых вкраплений (более крупных, чем в вышележащем горизонте) и псевдомицелия.

Для описания ненарушенной почвы микрозападины сделан почвенный разрез в западине под лесом. Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), почва отнесена к типу подбелов темногумусовых из отдела текстурно-дифференцированных почв. Для текстурно-дифференцированных почв характерна дифференциация по илу (>1,4) и, соответственно, выделение различающихся по структуре и плотности горизонтов.

Как и в других темногумусовых подбелах, в этом профиле наблюдается выраженная аккумуляция темных гумусовых веществ, текстурная дифференциация и выщелоченность профиля от карбонатов. Типодиагностическими выступают элювиальный, текстурный и темногумусовый горизонты.

Общим для подбелов является наличие элювиального горизонта с выраженными железисто-марганцевыми конкрециями, что свидетельствует об их периодическом поверхностном переувлажнении. Также в профилях этих почв наблюдается неоднородность окраски текстурного горизонта, вызванная наличием светлых языков (что ярко выражено в профиле разреза 21_2019), заполненных материалом элювиального горизонта. В пределах профилей исследованных почв микрозападин Приобского плато карбонаты не обнаружены.

В связи с отсутствием антропогенного влияния подстилка и грубогумусовый горизонт в верхней части профиля выделены в ненарушенном состоянии. Темногумусовый горизонт

маломощный и элювированный, присутствуют скелетаны на поверхности почвенных отдельностей.

Элювиальный горизонт, напротив, мощный, выделяется светлой окраской, имеет неясно выраженную, горизонтально ориентированную структуру. Большое количество железисто-марганцевых конкреций свидетельствует о периодическом поверхностном переувлажнении, характерном для микрозападин под лесом (рис. 3).



Рисунок 3. Разрез 21_2019. Подбел темногумусовый сверхглубокоэлювиальный мощный суглинистый.

Текстурный горизонт также характеризуется большей мощностью, большей плотностью и более тяжелым грансоставом (тяжелый суглинок) по сравнению с вышележащими средне- и легкосуглинистыми горизонтами. По количеству, толщине глинистых кутан, а также по структуре текстурный горизонт был разделён на три субгоризонта (табл. 2).

Разрез 21_2019. Подбел темногумусовый сверхглубокоэлювиальный мощный суглинистый.

Координаты: N – 55°45'43.57"; E – 83°27'29.32".

Формула профиля: AO-AUel-AEL-ELnn-BEL-BT1-BT2-BT3-BC.

Местоположение: Томская область, Кожевниковский район, ~6,15 км на восток-северо-восток от села Базой.

Положение разреза: центральная часть микрозападины.

Растительность: березово-осиновый колок с выраженным подростом и кустарниковым ярусом.

Высота над уровнем моря: 100 м.

Глубина вскипания: 270 см.

Уровень грунтовых вод: в почвенном профиле не обнаружены.

Почвообразующие породы: покровные облессованные отложения.

Таблица 2

Строение профиля подбела темногумусового сверхглубокоэлювиального мощного суглинистого

0–5 см	Лесная подстилка. Состоит из опавших листьев, мелких веточек и отмерших стеблей растений различной степени разложения.
АО 0–11 см	Грубогумусовый горизонт. Влажный; темно-серый с буроватым оттенком; состоит из отмерших частей растений различной степени разложения, переплетен корнями растений; суглинистый; мелкокомковато-порошистой структуры; граница перехода слабоволнистая, переход ясный по окраске, плотности и количеству корней.
AUel 11–22 см	Темногумусовый элювированный горизонт. Свежий; на буровато-темно-сером фоне встречаются сизовато-серые пятна; среднесуглинистый; рыхлый; непрочно порошисто-комковато-мелкокомковатый; пронизан корнями растений; граница перехода слабоволнистая, переход ясный по плотности и окраске.
AEL 22–38 см	Гумусово-элювиальный горизонт. Влажный; на белесовато-буровато-палевом фоне охристые, серые и светло-серые пятна; легкосуглинистый; уплотнен; плитчато-комковатый; обильная присыпка кремнезема, пронизан корнями растений; граница перехода волнистая, переход заметный по окраске и плотности.
ELnp 38–54 см	Элювиальный конкреционный горизонт. Влажный; на белесовато-светло-палевом фоне видны охристые и буровато-палевые пятна; легкосуглинистый; уплотнен, плотнее предыдущего; неясно-плитчато-комковатый; внутри агрегатов большое количество светло-охристых, округлых железисто-марганцевых конкреций (диаметром 3–5 мм), а также черно-охристые вкрапления, кремнеземистая присыпка; граница перехода волнисто-мелкоязычковатая, переход заметный по окраске и плотности.
BEL 54–72 см	Субэлювиальный горизонт. Влажный; на белесовато-палевом фоне мелкие буровато-палевые пятна и охристо-бурые вкрапления; среднесуглинистый; уплотнен, плотнее предыдущего; ореховато-плитчатый; по граням структурных отдельностей видны глинистые пленки и кремнеземистая присыпка; граница перехода слабоволнистая, переход постепенный по окраске и плотности.
BT1 72–110 см	Текстурный горизонт. Влажный; на палево-буроватом фоне видны белесовато-палевые языковатые затеки и светло-серые участки; тяжелосуглинистый; плотный; ореховатый; на гранях структурных отдельностей видны тонкие глинистые пленки; граница перехода ровная, переход постепенный по плотности и окраске.
BT2 112–148 см	Влажный; палево-буроватый; тяжелосуглинистый; плотный, плотнее предыдущего; призмовидно-ореховатый; глинистые пленки на гранях структурных отдельностей менее выражены чем в вышележащем горизонте; переход постепенный по окраске и количеству кутан, граница перехода ровная.
BT3 148–160 см	Влажный; буровато-палевый; тяжелосуглинистый; плотный; призмовидно-ореховатый; редко встречаются мелкие корни растений, глинисто-гумусовые пленки буроватой окраски по ходам корней; переход постепенный по плотности, граница перехода волнистая.
BC 160–180 см	Влажный; буровато-палевый; среднесуглинистый; плотный; крупнопризмовидно-ореховатый; редко встречаются мелкие корни растений, тонкие глинистые пленки на гранях некоторых структурных отдельностей, по ходам корней; переход постепенный по плотности

В центре микрозападины, где лес сведен менее трех лет тому назад, был заложен почвенный разрез для диагностики антропогенно-преобразованной почвы. В профиле данной почвы выделены турбированный верхний, субэлювиальный и текстурный горизонты. Поскольку турбацией затронута верхняя толща, а срединные горизонты не подвержены агрогенному воздействию, согласно диагностическим критериям (Классификация и диагностика почв, 2004), эту почву можно отнести к подтипу подбелов темногумусовых поверхностно-турбированных.

Верхний мощный турбированный горизонт имеет неоднородную окраску и состоит из смеси морфонов, характерных для элювиального, темногумусового горизонтов и лесной подстилки. Кроме неоднородной окраски в горизонте наблюдаются отдельности с выраженными скелетанами,

сухие единичные корни древесных растений, слаборазложившиеся остатки опада. При этом мощность данного горизонта в пределах западины варьирует от 20 до 50 см.

Нижележащая часть почвенного профиля имеет очевидное сходство со строением почвенного профиля подбела темногумусового, развитого в западине под лесом. В профиле выделены субэлювиальный и текстурный горизонты, характерные для отдела текстурно-дифференцированных почв.

Субэлювиальный горизонт характеризуется неоднородной окраской, присутствием скелетан на поверхности почвенных отдельностей. Текстурный горизонт отличается от вышележащей толщи большей плотностью, наличием глинистых кутан и затеков, характерной неясно-призматической структурой (рис. 4).



Рисунок 4. Разрез 2_2021. Подбел темногумусовый поверхностно-турбированный.

Примечательно, что присутствие карбонатов в почвенном профиле не выявлено, как и в профиле подбела темногумусового. Железисто-марганцевых конкреций в верхней части профиля также не обнаружено, однако в субэлювиальном горизонте отмечены темные мажущиеся крапинки на охристом фоне (окислы марганца) (табл. 3).

Разрез 2_2021. Подбел темногумусовый поверхностно-турбированный

Координаты: N – 55°44'30,29"; E – 83°28'24,91".

Формула профиля: [АО, АU, ЕL]tr-BEL-BT-BC.

Местоположение: Томская область, Кожевниковский район, ~5.9 км на восток-северо-восток от села Базой.

Положение разреза: центральная часть микрозападины на пашне.

Растительность: лесная мезофитная растительность с примесью сорной.

Высота над уровнем моря: 101 м.

Глубина вскипания: не вскипает в пределах профиля.

Уровень грунтовых вод: в почвенном профиле не обнаружены.

Почвообразующие породы: покровные облессованные отложения.

Таблица 3

Строение профиля подбела темногумусового поверхностно-турбированного

[АО, АУ, ЕЛ]tr 0–50 см	Турбированный горизонт. Сухой; неоднородно окрашен: чередуются серые, белесые и охристые пятна; с поверхности рыхлый, ниже уплотнен; легкосуглинистый; структура в верхней части непрочной комковатая, ниже неясно-плитчато-комковатая; обильно корни; переход резкий по окраске, граница ровная.
BEL 50–70(80) см	Субэлювиальный горизонт. Свежий; неоднородно окрашен: палево-белесые пятна и полосы на охристом фоне; редкие темные крапинки; уплотнен; легкосуглинистый; структура неясно-ореховато-призматическая; по граням отдельностей присыпка SiO ₂ , единичные корни растений; переход по плотности, влажности, окраске заметный, граница наклонная.
BT 70(80)–97 см	Текстурный горизонт. Влажный; охристо-светло-бурый с мелкими пятнами, мелкие темные вкрапления; плотный; среднесуглинистый; структура призматическая; по граням отдельностей присыпка SiO ₂ , тонкие глинистые кутаны; переход заметный по окраске и плотности, граница ровная.
BC 97–135 см	Свежий; палево-бурый с редкими белесыми пятнами; уплотнен; среднесуглинистый; структура комковато-призматическая; по граням отдельностей тонкие глинисто-железистые кутаны, присыпка SiO ₂ .

Еще один почвенный разрез был заложен в микрозападине, вовлеченной в пашню от 5 до 10 лет тому назад, для изучения более длительного агрогенного влияния на профиль текстурно-дифференцированных почв. Привнос почвенного материала с прилегающей территории приводит к некоторому выравниванию поверхности поля, но в данный момент перепад высоты между краями западины и ее центром сохраняется и составляет около 1 м. Это приводит к аккумуляции атмосферных осадков, выпадению всходов пшеницы и развитию сорной растительности.

В связи с этим в верхней части профиля выделен агрогумусовый дернинный горизонт (Герасимова и др., 2003), представленный переплетенными корневищами пырея и других трав с небольшим участием минеральной массы. Кроме того, в профиле четко выражен темный агрогенный горизонт мощностью около 20 см (что, в среднем, больше чем органогенные горизонты в ненарушенных почвах микрозападин) с ровной нижней границей. Это указывает на то, что западина распаивается вместе с прилегающей территорией, и в нее привносится почвенный материал с прилегающей фоновой почвы. Этот горизонт характеризуется неоднородной окраской, что свидетельствует о недавнем вовлечении микрозападины в пашню и неполной гомогенизации почвенного материала агрогенного горизонта (рис. 5).

Под агрогумусовым горизонтом располагаются последовательно субэлювиальный, текстурный и переходный к породе горизонты, характерные для подбелов темногумусовых, распространенных на данной территории. Согласно диагностическим критериям в Классификации и диагностике почв России (2004), данную почву можно отнести к агроземам текстурно-дифференцированным (табл. 4).

Разрез 1_2021. Агрозем текстурно-дифференцированный агрогетерогенный

Координаты: N – 55°44'34,14"; E – 83°28'15,34".

Формула профиля: Prz-Pagr-BEL-BT-BC.

Местоположение: Томская область, Кожевниковский район, ~5.75 км на восток-северо-восток от села Базой.

Положение разреза: центральная часть микрозападины на пашне.

Растительность: ассоциация корневищных и корнеотпрысковых сорняков.

Высота над уровнем моря: 102 м.

Глубина вскипания: не вскипает в пределах профиля.

Уровень грунтовых вод: в почвенном профиле не обнаружены.

Почвообразующие породы: покровные облессованные отложения.

Таблица 4

Строение профиля агрозема текстурно-дифференцированного агрогетерогенного

Prz 0–7 см	Агрогумусовый дернинный горизонт. Сухой, светло-серый с темными пятнами, уплотнен, легкосуглинистый, мелкокомковато-порошистый, обилие корней растений, переход ясный по обилию корней, граница ровная.
Pagr 7–23 см	Агрогумусовый горизонт. Свежий; неоднородный серый со светло-серыми и палевыми пятнами; уплотнен; легкосуглинистый; мелкокомковатый; корни растений; переход ясный по окраске, граница слабоволнистая.
VEL 23–55 см	Субэлювиальный горизонт. Свежий; неоднородно окрашен: на палево-сером фоне белесые и серые полосы и пятна; уплотнен; структура плитчатая, к низу ореховатая; среднесуглинистый; присыпка SiO ₂ ; переход постепенный по окраске и плотности, граница слабоволнистая.
BT 55–74 см	Текстурный горизонт. Свежий; палево-светло-охристый; плотный; среднесуглинистый; неясно-ореховатая структура; по граням отдельностей глинистые кутаны, присыпка SiO ₂ ; переход заметный по окраске, плотности, влажности; граница ровная.
BC 74–100 см	Более влажный по сравнению с предыдущим; неоднородно окрашен: на палевом фоне белесоватые пятна; среднесуглинистый; неясно-плитчато-ореховатая структура; по граням отдельностей фрагментарно глинисто-железистые кутаны.



Рисунок 5. Разрез 1_2021. Агрозем текстурно-дифференцированный агрогетерогенный.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, можно проследить ряд последовательной агрогенной трансформации профиля текстурно-дифференцированных почв микрозападин – подбелов темногумусовых. Происходит изменение строения верхней части профиля: постепенно горизонты подстилки, темногумусовый и элювиальный преобразуются в агрогенный темногумусовый горизонт, близкий по своим параметрам (окраска, плотность, структура) к агрогенному горизонту фоновых почв. Нижняя часть профиля при сведении леса и распашке сохраняется практически в том же виде, что и профиль ненарушенных почв.

При этом сохраняется топологическая неоднородность плакорно-западного агроландшафта, способствующая неравномерному распределению влаги и прогреванию верхних корнеобитаемых горизонтов почвы, что поддерживает неоднородность почвенных условий и продуктивности агроценоза.

Подбел темногумусовый	Подбел темногумусовый поверхностно- турбированный	Агрозем текстурно- дифференцированный агрогетерогенный	Агрочернозем глинисто- иллювиальный
O	[AO, AU, EL]tr	Prz	PU
AO		Pagr	
AUel		BEL	AB
AEL			
ELnn	BEL	BI	
BEL	BEL	BT	BI
BT1	BT		BIca
BT2			BCca
BT3			Cca
BC	BC	BC	Cca

Рисунок 6. Строение профилей почв агроландшафта.

При сопоставлении системы горизонтов текстурно-дифференцированных почв микрозападин с разной длительностью агрогенного влияния можно отметить трансформацию темногумусовых и элювиальных горизонтов сначала в турбированные, а затем в агротемногумусовые (рис. 6). При этом классификационная принадлежность почв меняется вначале на подтиповом, затем на типовом уровне, а классификационное разнообразие почв на данной территории увеличивается.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Исследования были выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 121031700316-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков Д.С., Сорокина Н.П., Карманов И.И. *Об оценке территории землепользования с неоднородным почвенным покровом* // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение. Минск: Изд-во Центр БГУ, 2012. С. 41–43.
2. Герасимова М.И., Лебедева И.И., Хитров Н.Б. Индексация почвенных горизонтов: состояние вопроса, проблемы и предложения // *Почвоведение*. 2013. № 5. С. 627–638. DOI: 10.7868/S0032180X13050031.
3. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Влияние микрорельефа на распределения нитратного азота удобрений и продуктивность яровой пшеницы в лесостепи Приобья // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2012а. Т. 2. № 23. С. 12–16.
4. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Микроклимат почв и урожайность яровой пшеницы в плакорном микрозападном агроландшафте // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012б. № 2 (88). С. 32–35.
5. Сапрыкин О.И., Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А. Сравнительная характеристика агрохимических свойств почв в агроландшафтах с западным микрорельефом // *Агрохимия*. 2020. № 10. С. 15–19.

6. Карманов И.И., Савинова Е.Н. *Агрономическая однородность и агрономическая совместимость* // Методика комплексной агрономической характеристики почв. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1985. С. 23–25.
7. Смоленцев Б.А., Сапрыкин О.И., Соколова Н.А., Елизаров Н.В. Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2017. № 6 (48). С. 11–18.
8. Хмелев В.А., Каличкин В.К., Азаренко И.Г., Шипилин Н.Н. *Агроэкологические основы землепользования в Томской области*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 255 с.
9. *Полевой определитель почв*. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
10. *Классификация и диагностика почв России* / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Поступила в редакцию 15.02.2022

Принята 06.04.2022

Опубликована 30.04.2022

Сведения об авторах:

Сапрыкин Олег Игоревич – младший научный сотрудник лаборатории географии и генезиса почв ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); saprykin@issa-siberia.ru

Соколова Наталья Александровна – младший научный сотрудник лаборатории географии и генезиса почв ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); nsokolova@issa-siberia.ru



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

AGROGENIC TRANSFORMATION OF THE TEXTURE-DIFFERENTIATED SOIL PROFILES IN MICRO-DEPRESSIONS

© 2022 O. I. Saprykin , N. A. Sokolova 

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia. E-mail: saprykin@issa-siberia.ru

The aim of the study. *Due to the introduction of texture-differentiated soils of micro-depressions in the agricultural use, the aim of the study was to assess the degree of the soil profile transformation resultant from the different duration of agrogenic exposure.*

Location and time of the study. *The study was carried out in July 2019 and 2021 in the flat-micro-depression agricultural landscape in the Kozhevnikovskiy district of the Tomsk region, approximately 6 km east of the Bazoy village.*

Methodology. *To study agrogenic transformation of the profile of texture-differentiated soils, soil pits were dug in the 1) undisturbed depression under forest, 2) in the micro-depression where the forest was cleared less than three years prior to the study, and 3) in the depression cleared of forest and used as an arable land for more than five, but less than ten years at the time of the study. For comparison, a pit was also dug in the adjacent area of agricultural landscape (non-depressed).*

Main results. *In the flat-micro-depression agricultural landscape, the most common soil is Luvic Greyzemic Chernozem (Loamic, Aric). The soil in the micro-depression under the forest is represented by Albic Abruptic Luvisol (Loamic, Cutanic, Humic). The soil in the micro-depression with recently cleared forest is attributed to Abruptic Luvisol (Loamic, Aric). The soil in the micro-depression used as arable land for more than five years is classified as Haplic Luvisol (Loamic, Aric, Humic).*

Conclusion. *When relating the horizontation of the texture-differentiated soils in micro-depressions with agrogenic influence duration, it is notable that the dark humus and eluvial horizons first become blended, and then transform into agro-dark humus horizon. At the same time, the taxonomic attribution first changes at the subtype level, and then at the type level, thus increasing the classification diversity of soils on the studied territory.*

Key words: *agricultural landscape; micro-depression; chernozem; Luvisol; agrozem; agrogenic influence*

How to cite: *Saprykin O.I., Sokolova N.A. Agrogenic transformation of texture-differentiated soil profiles in micro-depressions // The Journal of Soils and Environment. 2022. 5(1). e171. DOI: [10.31251/pos.v5i1.171](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.171) (in Russian with an English abstract).*

REFERENCES

1. Bulgakov D.S., Sorokina N.P., Karmanov I.I. *About the assessment of the land use area with heterogeneous soil cover // Soil and land resources: assessment, sustainable use, geoinformation support*. Minsk: BSU Center Publ., 2012, p. 41–43. (in Russian)
2. Gerasimova M.I., Lebedeva I.I., Khitrov N.B. Assessment of soil horizons: status of the issue, problems and proposals, *Pochvovedenie*, 2013, No. 5, p. 627–638. DOI: 10.7868/S0032180X13050031. (in Russian)
3. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. The effect of microrelief on the distribution of nitrate nitrogen of fertilizers and the productivity of spring wheat in the forest-steppe of the Ob region, *Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*, 2012, Vol. 2, No. 23, p. 12–16. (in Russian)
4. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. Soil microclimate and yield of spring wheat in the flat micro-depressions agricultural landscape, *Bulletin of Altai State Agrarian University*, 2012, No. 2 (88), p. 32–35. (in Russian)
5. Saprykin O.I., Konarbaeva G.A., Smolentsev B.A. Comparative description of soil agrochemical properties in agricultural landscapes with microdepressions, *Agrokhimia*, 2020, No. 10, p. 15–19. (in Russian)
6. Karmanov I.I., Savinova E.N. *Agronomic homogeneity and agronomic compatibility // Methodology of complex agronomic characteristics of soils*. – Moscow: Dokuchaev Soil Science Institute Publ., 1985, p. 23–25. (in Russian)
7. Smolentsev B.A., Saprykin O.I., Sokolova N.A., Elizarov N.V. The influence of micro-depressions soils on the structure of agro-landscapes of the forest-steppe zone of Western Siberia, *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2017, No. 6 (48), p. 11–18. (in Russian)
8. Khmelev V.A., Kalichkin V.K., Azarenko I.G., Shipilin N.N. *Agroecological foundations of land use in the Tomsk region*. Novosibirsk: SB RAS Publ., 2001, 255 p. (in Russian)
9. *Field guide for Russian soil*. Moscow: Dokuchaev Soil Science Institute, 2008, 182 p. (in Russian)
10. *Classification and diagnostics of Soils of Russian / Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimov*. Smolensk: Oykumena Publ., 2004, 342 p. (in Russian)

Received 15 February 2022

Accepted 06 April 2022

Published 30 April 2022

About the authors:

Saprykin Oleg Igorevich – Junior Researcher in the Laboratory of Soil Geography and Genesis in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); saprykin@issa-siberia.ru

Sokolova Natalia Aleksandrovna – Junior Researcher in the Laboratory of Soil Geography and Genesis in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); nsokolova@issa-siberia.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



ОПЫТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СВЕТОВОМ МИКРОСКОПЕ

СООБЩЕНИЕ 1. СООТНОШЕНИЕ ГРИБОВ И БАКТЕРИЙ В МИКРОБНЫХ ПЕЙЗАЖАХ КАК ОТРАЖЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

© 2022 А. А. Данилова 

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, р.п. Краснообск, а/я 356, Новосибирский район, Новосибирская область, 630501, Россия, E-mail: Danilova7alb@yandex.ru

Цель исследования: изучить соотношение грибов и бактерий в микробных пейзажах различных типов почв как критерия состояния почвенного органического вещества (ПОВ).

Место и время проведения. Исследования проведены в 2018–2021 гг. Объекты исследования:

1. Чернозём выщелоченный (Luvic Chernozem, лесостепь Приобья, 54°53'13,5" с.ш. и 82°59'36,7" в.д.). Варианты наблюдений: (1) бессменный пар (300 мг С мортмассы/кг, 50 мг N-NO₃/кг); (2) выращивание пшеницы, ежегодное удаление соломы с поля + чистый пар (440, 10); (3) многолетняя залежь (2500, 0).

2. Комплекс мерзлотных аласных почв (Cryosols) разной степени пастбищной дигрессии (Лено-Амгинское междуречье, 62°33'24,3" с.ш. и 130°54'01,4" в.д.).

Методология. Длительность экспозиции стекол обрастания в полевых условиях составляла от вегетационного периода до года. Для расшифровки пейзажей, полученных в полевых условиях, стекла экспонировали в лабораторных опытах в образцах тех же почв с нарушенной и ненарушенной (монолиты) структурой. Для изучения микробной сукцессии при разложении растительных остатков проводили инкубационные опыты длительностью 30–60 дней. В некоторых случаях для получения микробного отпечатка разложения органического вещества предметные стекла предварительно были завернуты в хлопчатобумажное полотно. После экспонирования стекла сушили, фиксировали, красили карболовым эритрозином (5%) и просматривали под микроскопом при возрастающем увеличении от ×40 до ×1000. Изучали по 50 полей зрения на одном стекле (на каждом варианте по 3 стекла). Фотографии получены при помощи микроскопа Primo Star Zeiss с видеокамерой Ахиосат 105 color.

Основные результаты. Показана зависимость изменения размеров и локализации клеток бактерий в пейзаже от количества и состояния ПОВ. Предложена схема изменения соотношения грибов и бактерий в пейзажах при поступлении и разложении свежего растительного вещества. Основное различие микробных пейзажей между пахотной и целинной почвами заключалось в наличии в последней бактериальной пленки на поверхности гиф.

Заключение. Представлен визуальный ряд микробной сукцессии при поступлении и разложении растительного вещества в пахотную и целинную почвы. Формирование бактериальной пленки на поверхности гиф может быть одним из критериев устойчивости микробной системы почвы.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный; мерзлотные аласные почвы; пахотные и целинные почвы; бактериальная пленка на гифах грибов; бактериальные отпечатки гиф; «горячие точки»

Цитирование: Данилова А.А. Опыт визуализации почвенно-микробиологических процессов в световом микроскопе. Сообщение 1. Соотношение грибов и бактерий в пейзажах как отражение состояния почвенного органического вещества // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. e168. DOI: [10.31251/pos.v5i1.168](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.168)

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основательниц почвенной микробиологии в СССР – Т.В. Аристовская – отмечала: «Для микробиолога почва – прежде всего среда обитания микроорганизмов, под воздействием которой формируется населяющая ее микрофлора. Для почвоведов почва – особое природное тело, которое образуется и развивается по своим собственным законам, жизнедеятельность же микроорганизмов представляет собой лишь один из факторов почвообразования» (Аристовская, 1980, с. 3). Т.В. Аристовская впервые предприняла попытку рассмотрения микробного пейзажа как отражения процессов почвообразования (Аристовская, 1965). К сожалению, прежде всего, из-за трудоемкости методики получения снимков данное направление в почвенной микробиологии не получило развития. Появление способов быстрого получения большого числа снимков микробных

пейзажей открывает новые возможности применения данного подхода для формирования визуального ряда почвенных процессов, что актуально, прежде всего, для образовательных целей.

Как известно, около 80% устойчивой фракции почвенного органического вещества (ПОВ) составляют компоненты микробиоты (Wiesmeier et al., 2019). Грибы и бактерии являются основной частью биомассы почвенных микроорганизмов. Их соотношение в почве может быть индикатором направленности процессов образования и разложения органического вещества: бактерии являются агентами быстрых процессов, грибы – медленных; при преобладании бактерий в сообществе процессы метаболизма ПОВ направлены преимущественно в сторону разложения, при доминировании грибов – в сторону накопления. Это связано с тем, что в биомассе бактерий соотношение С:N низкое (3–6), то есть для их метаболизма нужно больше азота в сравнении с грибами и они «добывают» его в результате разложения имеющегося ПОВ. В биомассе грибов С:N равно 5–15, то есть на единицу потребленного азота грибы в своей биомассе накапливают существенно больше углерода, чем бактерии (Habtewold et al., 2020). Осознавая значимость проблемы, почвенные микробиологи пытаются количественно оценить соотношение бактерий и грибов. Однако эти расчеты дают широкий разброс цифр, зачастую зависящий от метода определения количества и биомассы грибов и бактерий (Wang et al., 2019).

Существует ли альтернативная возможность наблюдения за соотношением грибов и бактерий? Мы предлагаем исследовать этот вопрос, изучая микробные пейзажи различных типов почв при различных видах антропогенной нагрузки.

Цель сообщения – на основе изучения микробных пейзажей различных типов почв показать информативность соотношения грибов и бактерий как отражения состояния ПОВ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в 2018–2021 гг. Объекты исследования:

1. Чернозём выщелоченный (Luvic Chernozem, лесостепь Приобья, 54°53'13,5" с.ш. и 82°59'36,7" в.д.). Вследствие различного агроиспользования варианты наблюдений характеризовались следующим содержанием органического вещества и нитратного азота:

- (1) бессменный пар (300 мг С мортмассы/кг, 50 мг N-NO₃/кг);
- (2) выращивание пшеницы, ежегодное удаление соломы с поля + чистый пар (440, 10);
- (3) многолетняя залежь (2500, 0).

2. Комплекс мерзлотных аласных почв (Cryosols) разной степени пастбищной дигрессии (Лено-Амгинское междуречье, 62°33'24,3" с.ш. и 130°54'01,4" в.д.). Объект подробно описан нами ранее (Danilova et al., 2017).

Длительность экспозиции стекол обрастания в полевых условиях составляла от вегетационного периода до года. Для расшифровки пейзажей, полученных в полевых условиях, стекла экспонировали в лабораторных опытах в образцах тех же почв с нарушенной и ненарушенной (монолиты) структурой. Для изучения микробной сукцессии при разложении растительных остатков проводили инкубационные опыты длительностью 30–60 дней. В некоторых случаях для получения микробного отпечатка разложения целлюлозы предметные стекла предварительно были завернуты в хлопчатобумажное полотно. После экспонирования стекла сушили, фиксировали, красили карболовым эритрозинном (5%) и просматривали под микроскопом при возрастающем увеличении от ×40 до ×1000. Изучали по 50 полей зрения на одном стекле (на каждом варианте по 3 стекла). Фотографии получены при помощи микроскопа Primo Star Zeiss с видеокамерой AxioCam 105 color.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунках 1 и 2 представлены общий вид гиф и спор почвенных грибов при большом увеличении микроскопа. Судя по толщине, строению и наличию пряжек гифы на рис. 1 принадлежат базидиальным грибам. В пейзажах можно наблюдать разнообразие грибных спор и органов спороношения (рис. 2).

На рисунках 3 и 4 представлены общий вид клеток бактерий в пейзажах. Разнообразие морфологических форм бактерий, обнаруженных на стекле, при разложении хлопчатобумажного полотна в почве с внесением азотного удобрения, показано на рисунке 3 А. В условиях обилия пищи клетки крупные и, по характерной форме, можно определить даже их таксономическую принадлежность. Так, например, слегка изогнутые длинные палочки с заостренными концами относятся, скорее всего, к роду *Cytophaga*. При недостатке питательных веществ размеры клеток уменьшаются, колонии концентрируются около органических остатков (рис. 3 Б).

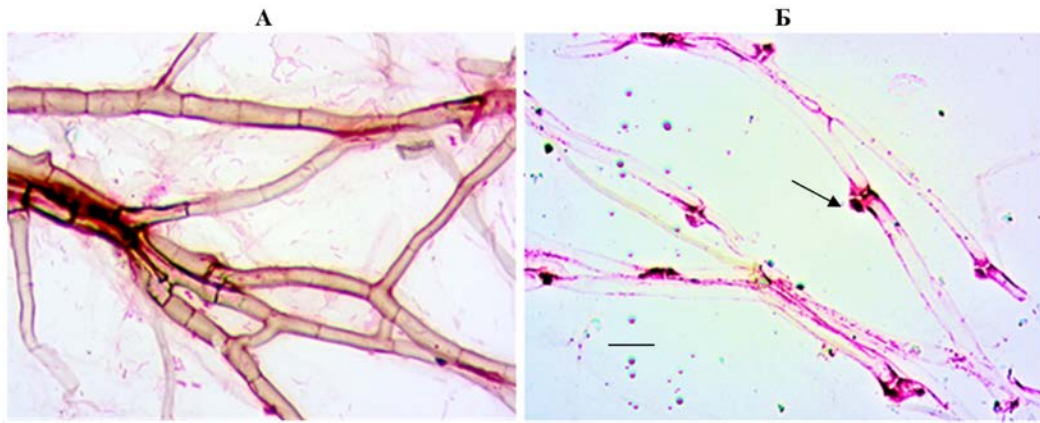


Рисунок 1. Грибной мицелий в световом микроскопе ($\times 1000$): А – септированный мицелий; Б – мицелий с пряжками (стрелкой указана пряжка на клеточной стенке, линейка 10 мкм).

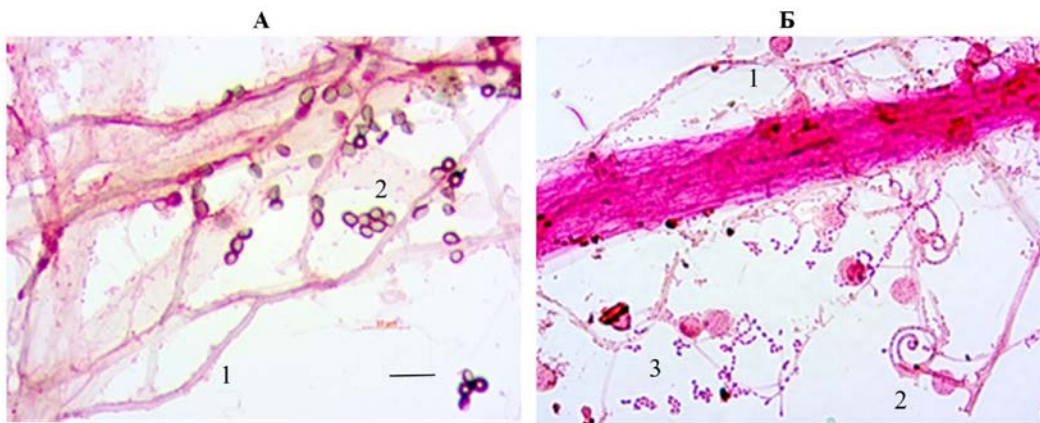


Рисунок 2. Примеры общего вида грибных спор ($\times 1000$): А – мицелий (1) и споры (2); Б – активно размножающаяся гифа на фрагменте корня. Видны различные стадии формирования спор: головка с плотной оболочкой (1), раскрытие головки (2), высвобождение спор (3). Масштабная линейка 10 мкм.

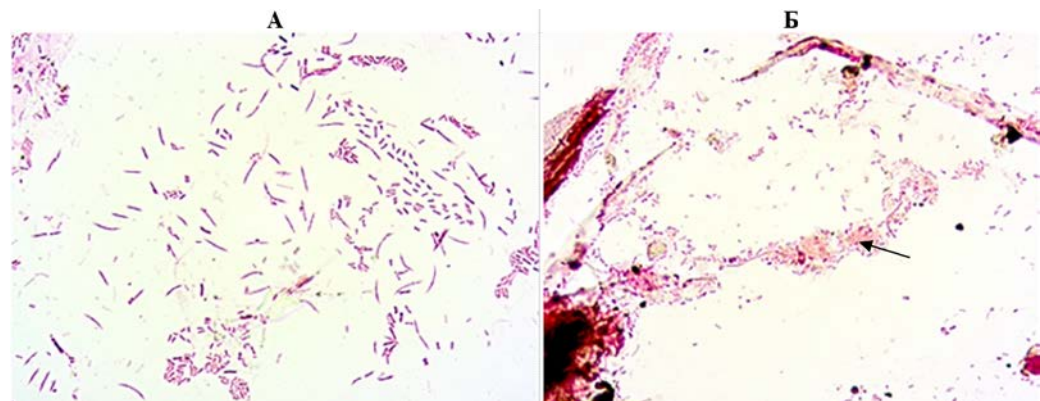


Рисунок 3. Морфология и размеры клеток бактерий при различных условиях роста (чернозем выщелоченный, пашня, экспозиция стекол в лабораторном опыте продолжительностью 30 дней): А – пейзаж получен при внесении в почву соломы с азотным удобрением; Б – пейзаж в том же опыте без дополнительных источников питательных веществ (стрелкой показано скопление мелких клеток бактерий вокруг органического остатка). При увеличении $\times 1000$.

Анализируя расположение колоний бактерий в пейзаже, можно оценить особенности распределения органического вещества в почве. Так, в мерзлотной аласной почве на пастбище ПОВ распределено локусами (рис. 4 А) вследствие поступления навоза при перевыпасе, тогда как характер расположения колоний в мерзлотной аласной засоленной ненарушенной почве обусловлен относительно равномерным распределением ПОВ (рис. 4 Б) при высоких значениях реакции среды ($\text{pH}=9$).

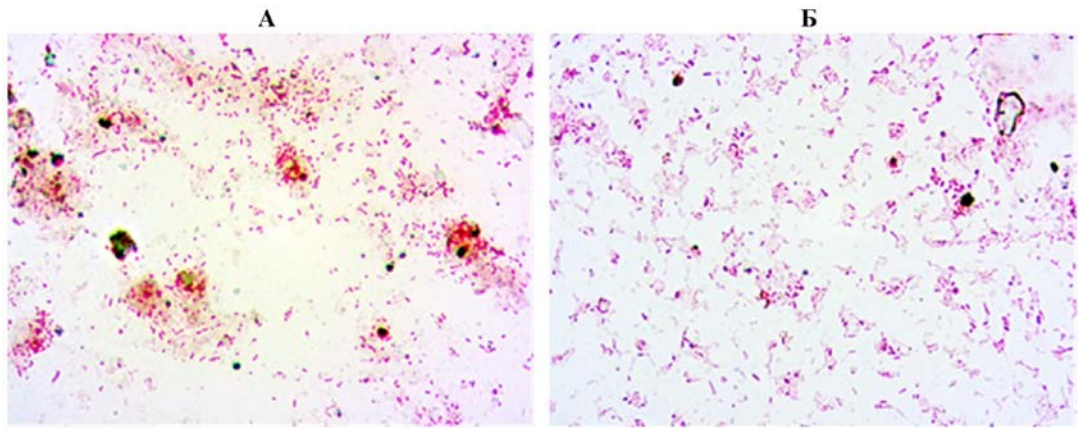


Рисунок 4. Различная локализация колоний бактерий в микробном пейзаже в зависимости от состояния органического вещества в почве (экспозиция стекол в полевых условиях продолжительностью один год): А – мерзлотная аласная почва в условиях пастбища при перевыпасе крупного рогатого скота (колонии бактерий вокруг частичек навоза); Б – мерзлотная аласная засоленная ненарушенная почва с рН=9 (растворенное органическое вещество относительно равномерно покрывает поверхность стекла). При увеличении $\times 1000$.

Как известно, основной метаболизм почвы обычно проходит в, так называемых, «горячих точках» (hotspots) – в местах локализации доступных пищевых источников (Кузьяков, Влагодатская, 2015). Это, прежде всего, пространство около корней. На рисунке 5, на наш взгляд, зафиксировано одно из таких мест, а именно – активный рост клеток бактерий около зоны роста корня. Наш вывод основан на общем виде распределения этих локаций (рис. 5 А, Б), очевидно, соответствующий рисунку распространения корней растений по поверхности стекла.

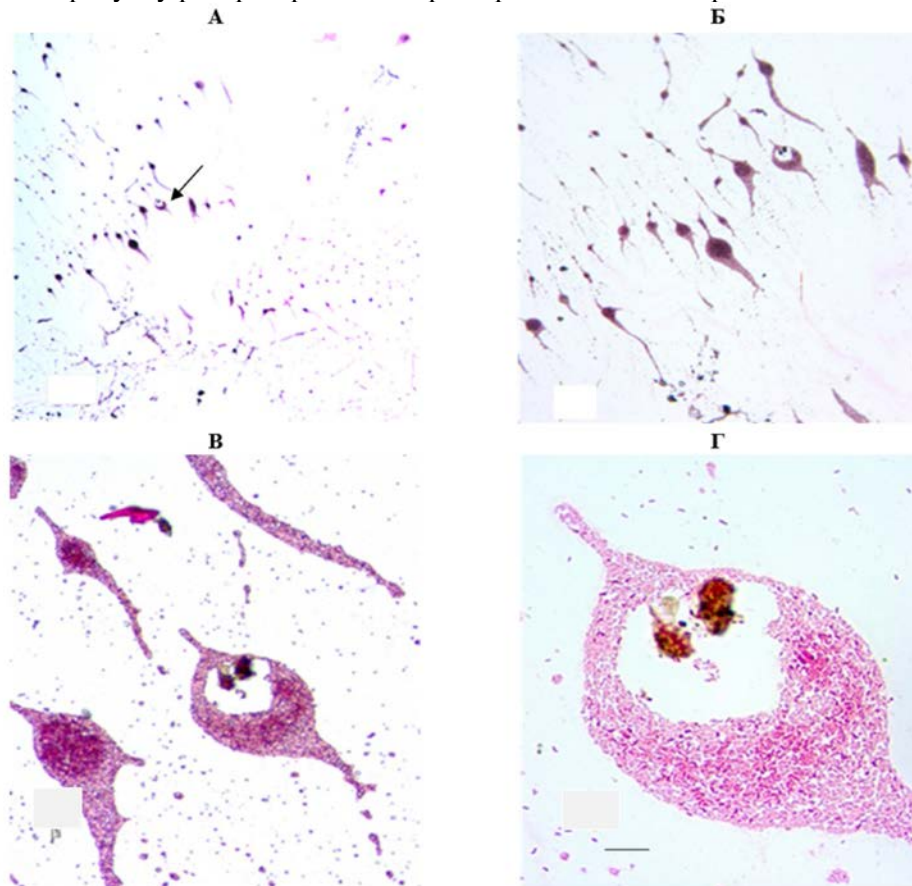


Рисунок 5. Локализация клеток бактерий около точек роста мелких корней растений при различном увеличении микроскопа (чернозем выщелоченный, пашня; экспозиция стекол в полевых условиях с мая по июль 2018 г.): А, Б, В и Г соответствуют увеличению микроскопа $\times 40$, 100, 400 и 1000. Стрелкой на рис. А показана зона дальнейшего увеличения. Масштабная линейка на рис. Г – 10 мкм

Бактерии и грибы как компоненты сообщества находятся в постоянном взаимодействии, и как будет показано ниже, картина результатов последнего на стекле может быть отражением состояния почвы. На рисунке 6 показаны разные стадии этого процесса – от микобактериального сообщества до бактериального лизиса гиф, когда остается только бактериальный отпечаток гифы.

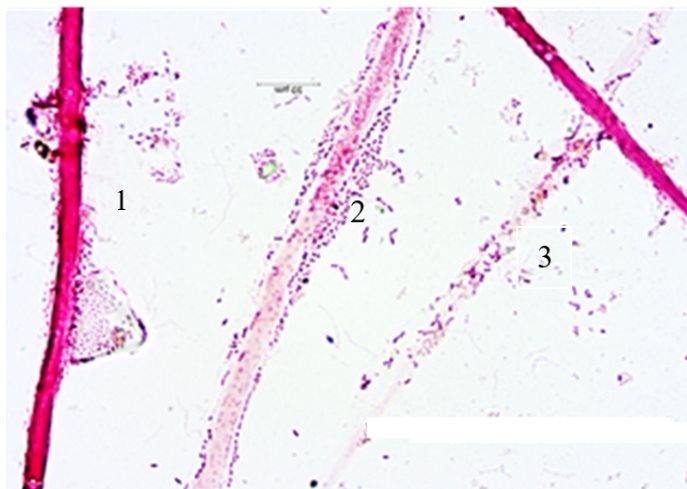


Рисунок 6. Различные виды взаимодействия грибов и бактерий в почве: 1– начальная стадия контактов бактерий с грибной гифой; 2 – микобактериальное сообщество; 3 – бактериальный отпечаток гифы. При увеличении $\times 1000$.

Далее рассмотрим, как это взаимодействие развивается при поступлении свежего растительного вещества в старопахотную и целинную (залежную) почвы (рис. 7). В начальный период при обилии источников пищи колонии бактерий растут по всей поверхности стекла, клетки достаточно крупные.

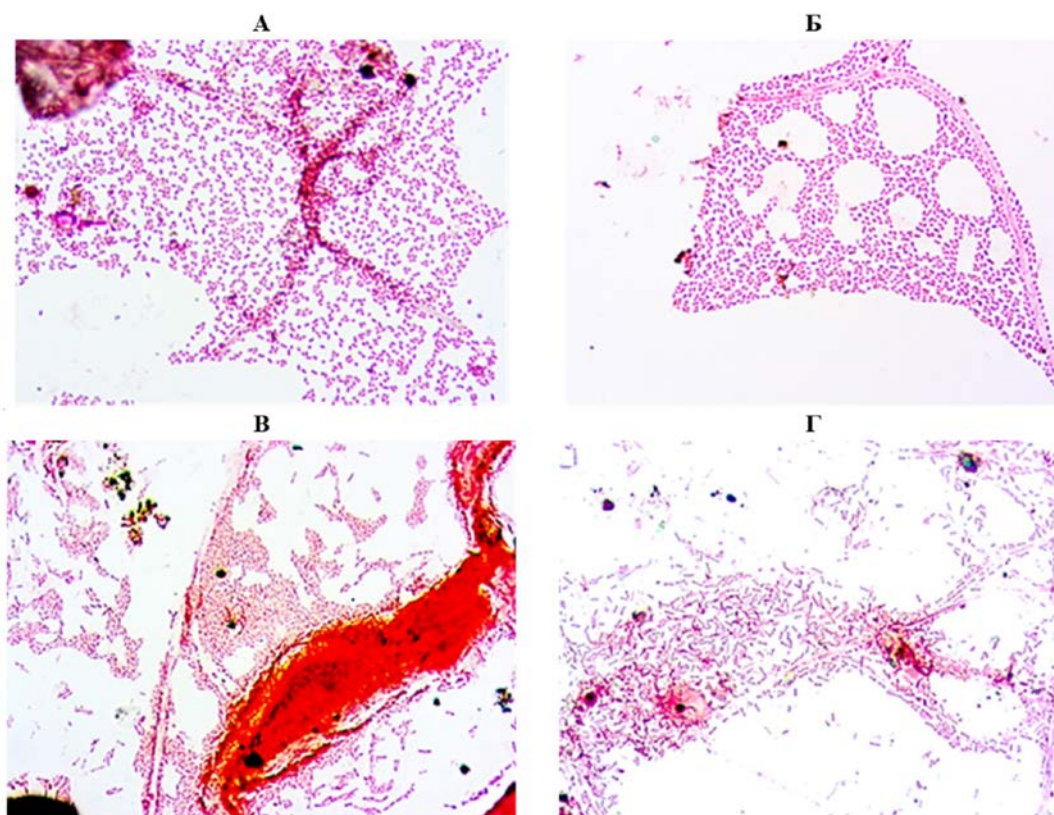


Рисунок 7. Развитие бактериальных колоний в начальный момент после поступления растительных остатков: А – обилие доступных источников пищи способствует распределению бактерий по всему полю зрения; Б – более локализованное расположение источника пищи; В – концентрация клеток около остатка корня; Г – локализация пищи становится все более выраженной, хотя ее еще достаточно. При увеличении $\times 1000$.

Период обилия пищи в почве обычно очень короткий. При истощении ресурсов питания начинается уменьшение площади полей зрения, занятых бактериями. Последние начинают тяготеть к гифам грибов (рис. 8).

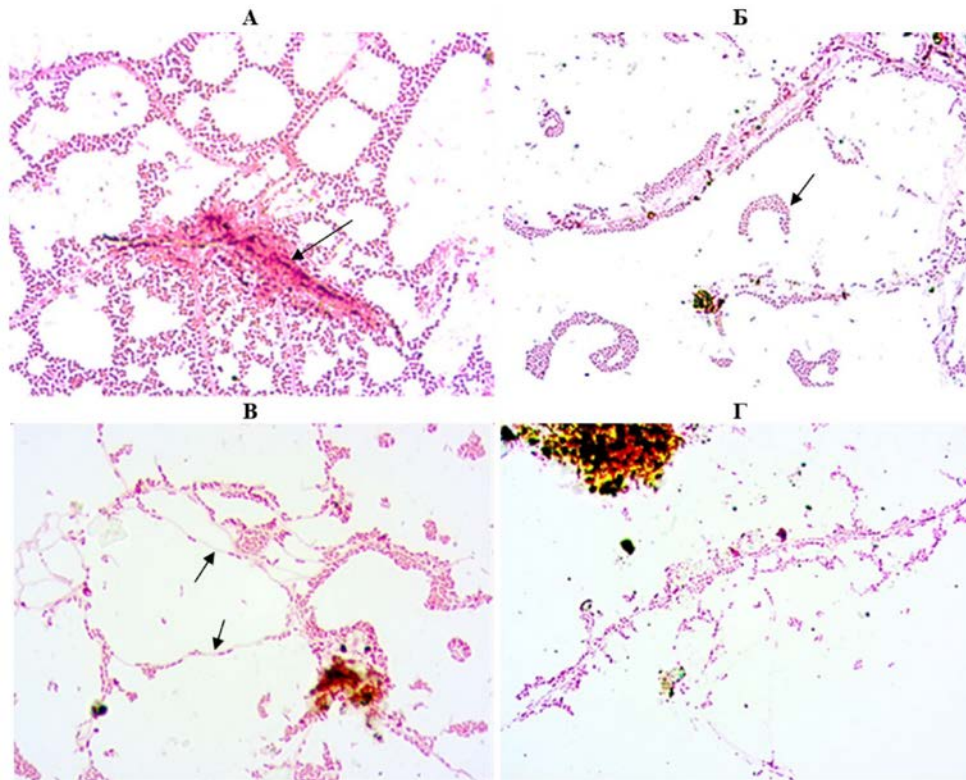


Рисунок 8. Расположение клеток бактерий при постепенном истощении источников пищи: А – клетки около корневого остатка (стрелка), на остальной части поля зрения истощение пищи очень заметно-клетки тяготеют к гифам; Б – в свободном виде пищи практически нет, остались только отдельные локусы (стрелкой показана колония бактерий); В и Г – свободных источников пищи уже нет – бактерии в состоянии активно расти только в зоне выделения продуктов метаболизма грибов, заметное снижение размеров клеток (стрелкой показаны гифы грибов). При увеличении $\times 1000$.

Дальнейшее развитие событий, как установлено нами, зависит от исходного состояния почвы. Различие между пахотной и целинной (залежной) почвами в контексте нашего сообщения заключается, прежде всего, в соотношении C:N. Величина эта в пахотной почве значительно ниже показателей целинных почв. То есть источников азота в пахотной почве существенно выше, чем на целине, что дает преимущество для метаболизма бактерий. В результате чего в старопашотной почве бактерии преимущественно лизируют гифы грибов (рис. 9).

В многолетней залежи и целинной аласной почве этот процесс развивается по направлению формирования микобактериальных сообществ – на гифах образуются разнообразные формы бактериальных пленок (рис. 10).

В результате мы можем представить визуальную схему соотношения грибов и бактерий в пахотной и целинной почвах при поступлении и разложении растительных остатков (РО). В начальный период после поступления РО, когда еще достаточно пищи, пейзаж имел общие черты независимо от исходной истории почвы (рис. 11 А). Последняя определяла дальнейшее развитие событий при истощении пищевых источников. В вспаханной почве сукцессия шла при доминировании бактерий (рис. 11 Б), в целинной – при равновесии грибной и бактериальной составляющих, приводящего к формированию микобактериальных сообществ в виде бактериальной пленки на поверхности гиф (рис. 11 В). Отметим, что такие пленки в лабораторных условиях формируются за достаточно короткий срок (20-30 дней) даже при компостировании образцов почвы, прошедших обычную пробоподготовку (сушка, пропуск через сито). Это означает, что образование микобактериальных сообществ в ненарушенных почвах является процессом закономерным и может служить одним из критериев экологической устойчивости почвы.

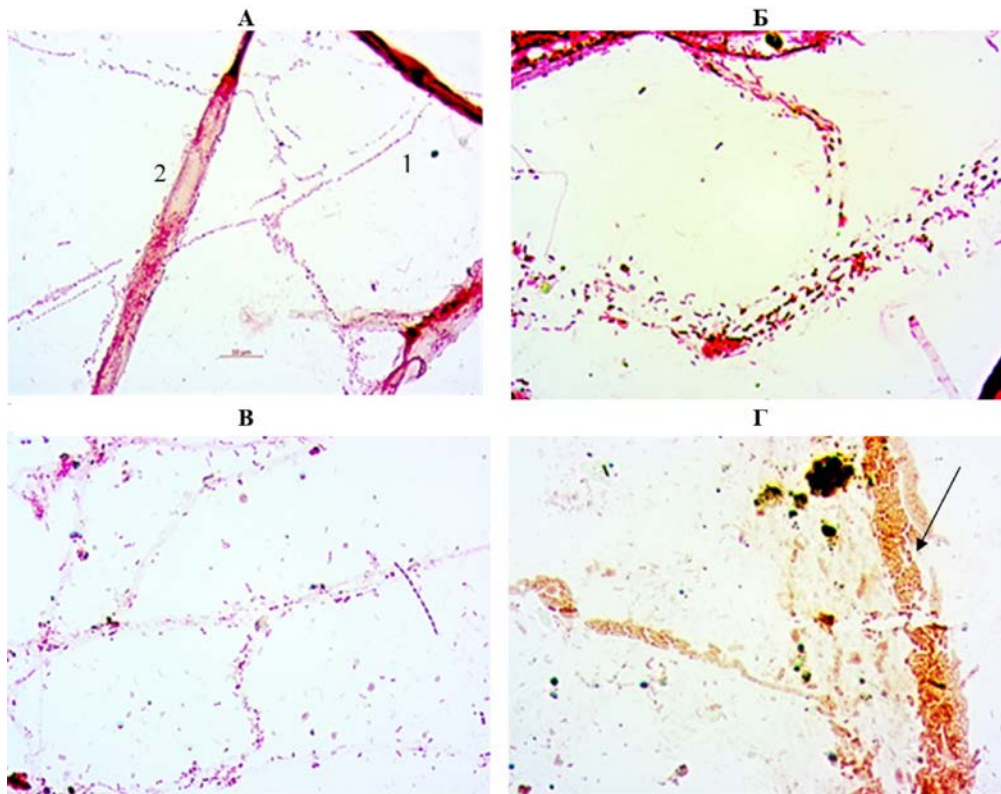


Рисунок 9. Бактериальный лизис грибных гиф в старопашотной почве: А – четко очерченный бактериальный отпечаток лизированной гифы (1) на фоне живой гифы (2); Б и В – отпечаток гифы без четких границ; Г – плотная бактериальная пленка на месте лизированной гифы (стрелка).

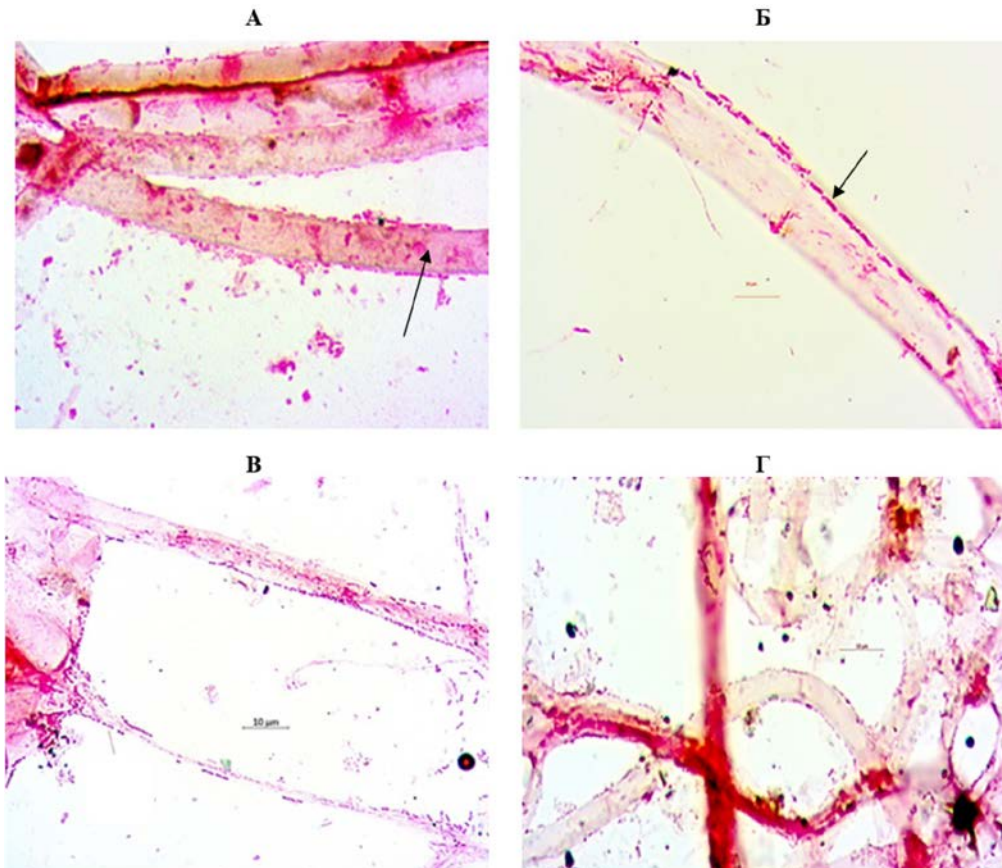


Рисунок 10. Примеры бактериальных пленок на поверхности гиф в целинной аласной почве: А – нестабильная по толщине пленка из мелких клеток (стрелкой показана гифа гриба); Б – одноклеточный слой из крупных палочек (стрелкой показаны клетки бактерий); В и Г – стабильная по толщине бактериальная пленка из очень мелких клеток (при увеличении $\times 1000$, масштабная линейка 10 мкм).

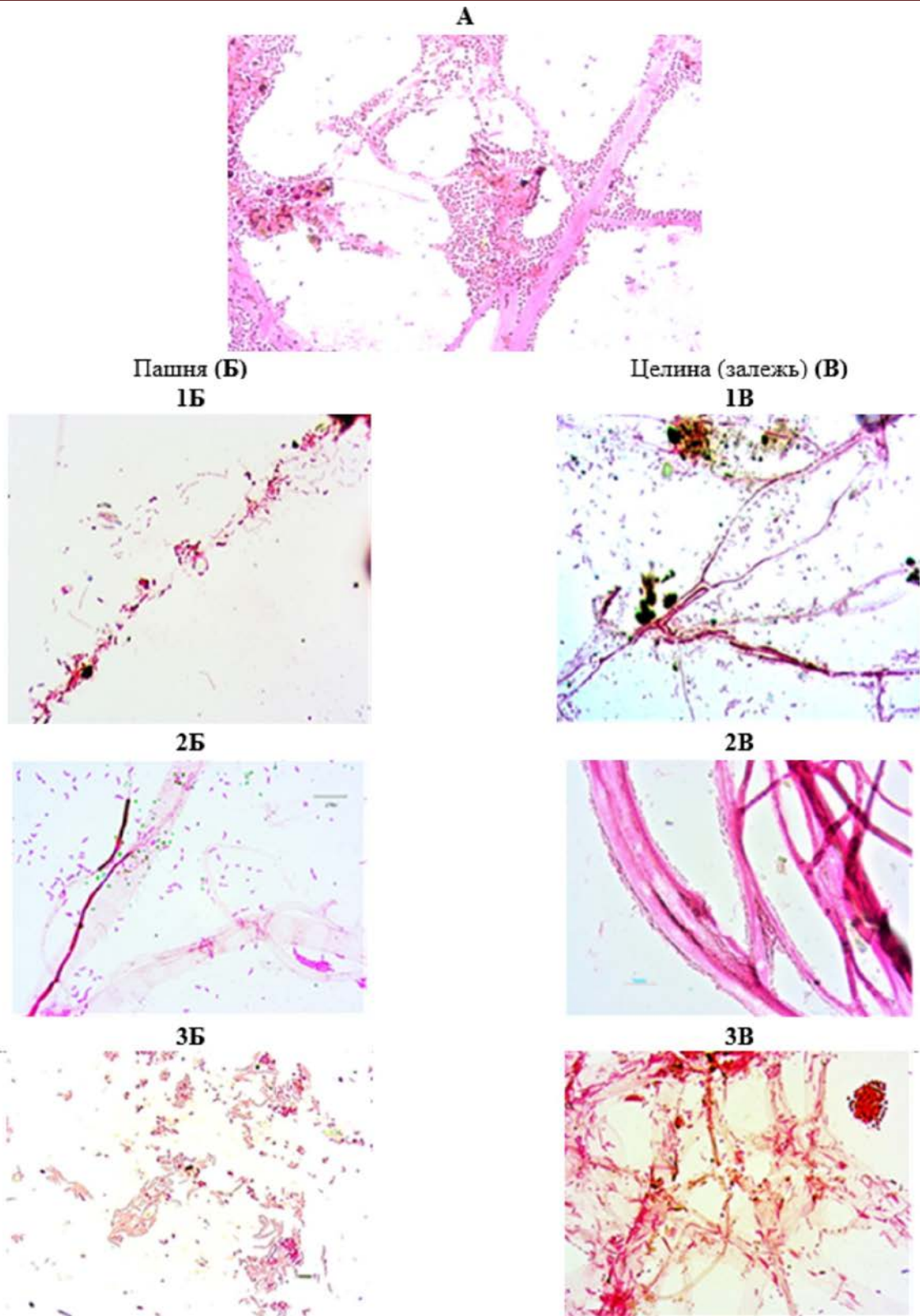


Рисунок 11. Визуализация возможных направлений сукцессии в микробном сообществе почвы при поступлении и разложении растительных остатков (РО) (при увеличении $\times 1000$): А – микробный пейзаж почв (пахотной и целинной) в начальный период после поступления РО; Б – старопахотная почва, где 1Б – бактериальный отпечаток гиф (бактерии лизируют гифы грибов), 2Б – грибы и бактерии не контактируют (выживают грибы, устойчивые к бактериальному лизису), 3Б – сформирован типичный пейзаж пахотной почвы с доминированием бактерий; В – целинная почва, где 1В – начало формирования сообщества (бактерии тяготеют к зонам роста гиф), 2В – образован микобактериальный комплекс (плотная бактериальная пленка на поверхности гиф), 3В – сформирован типичный пейзаж целинной почвы с доминированием грибов и фрагментами бактериальных пленок на поверхности гиф.

На основе описанных выше наблюдений мы можем объяснить различие состояния ПОВ в пахотных и целинных (залежных) почвах. В пахотной почве создаются условия неблагоприятные для развития грибов – основных концентраторов органического вещества в почве. Из-за различий в соотношении C:N в пахотной и целинной почвах разложение в них поступившего органического вещества происходит с разной степенью интенсивности (рис. 12). В пахотной почве, при преобладании бактерий, процесс сдвинут в сторону минерализации органического вещества.

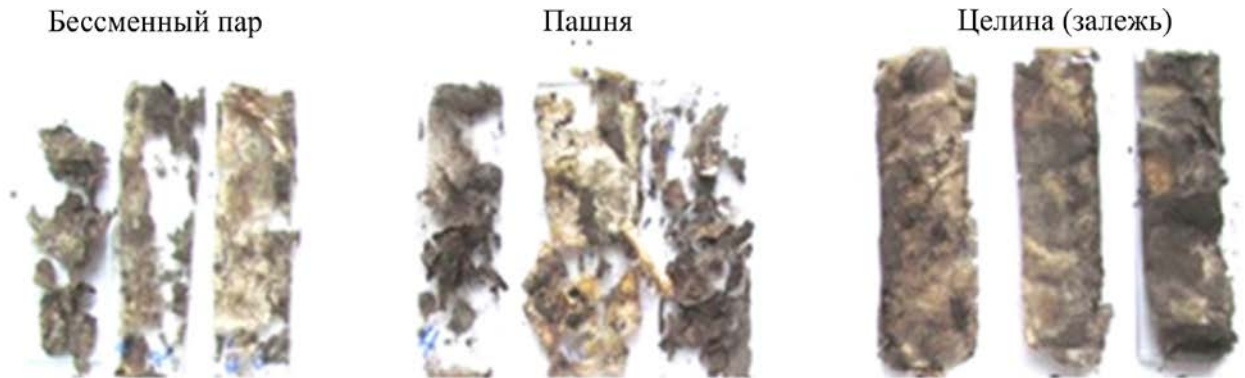


Рисунок 12. Более интенсивное в сравнении с целиной разложение целлюлозосодержащего материала в пахотной почве (чернозем выщелоченный, лабораторный опыт продолжительностью 30 дней).

В результате этих процессов, на фоне более низкого в сравнении с целиной количества поступающих растительных остатков, происходит не только снижение содержания ПОВ, но и изменение его состояния. На микробном пейзаже хорошо заметно различие состояния ПОВ между вариантами опыта (рис. 13).

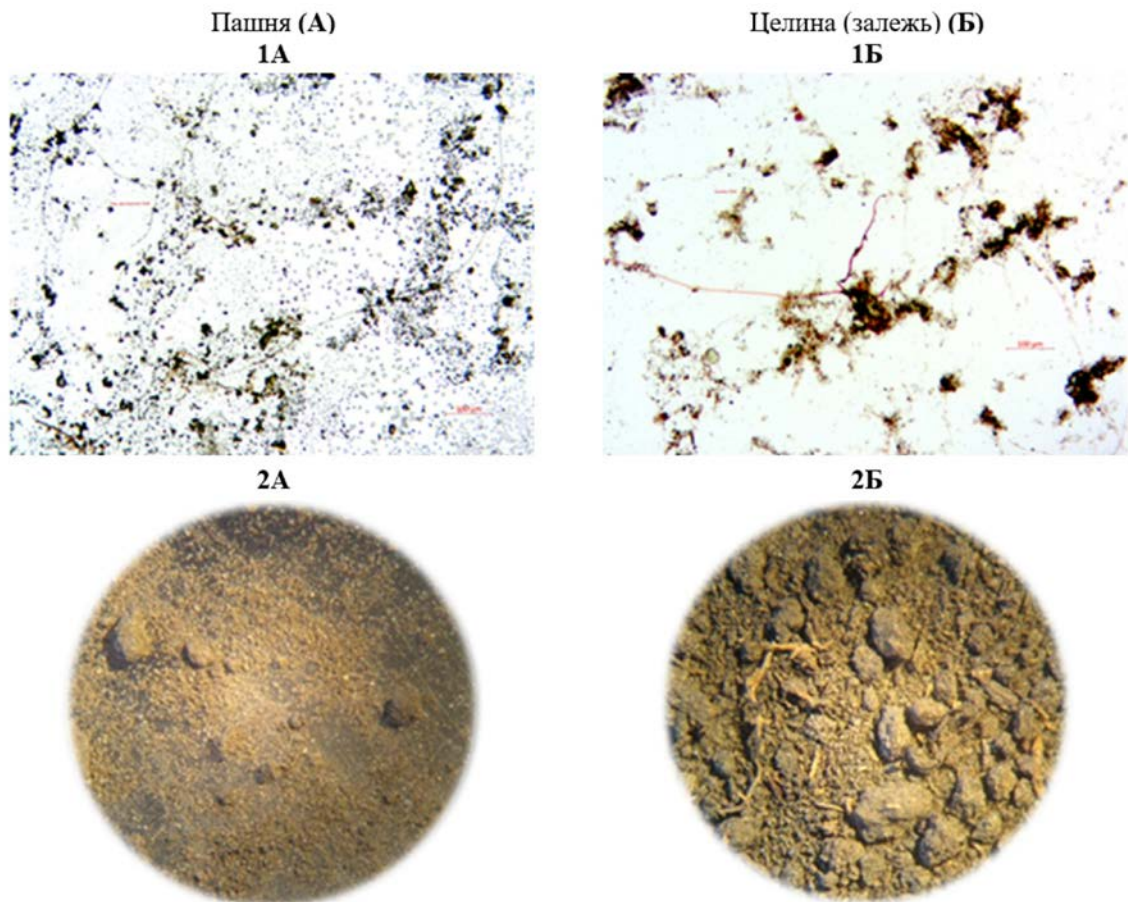


Рисунок 13. Состояние почвенного органического вещества (при увеличении $\times 100$, масштабная линейка 100 мкм) и структура (МБС 10 \times 32) чернозема выщелоченного на пашне (А) и многолетней залежи (Б).

На пашне не обнаруживаются вещества слабой степени гумификации (рис. 13, 1А), которыми насыщено ПОВ на целине (рис. 13, 1Б), следствием чего является распыление структуры пахотной почвы (рис. 13, 2А).

Все описанные моменты имеют прямое отношение к балансу органического вещества в почве. На рисунке 14 представлены результаты лабораторного опыта, где изучали величину потерь углерода после внесения в пахотную и целинную почвы одинаковых доз соломы.

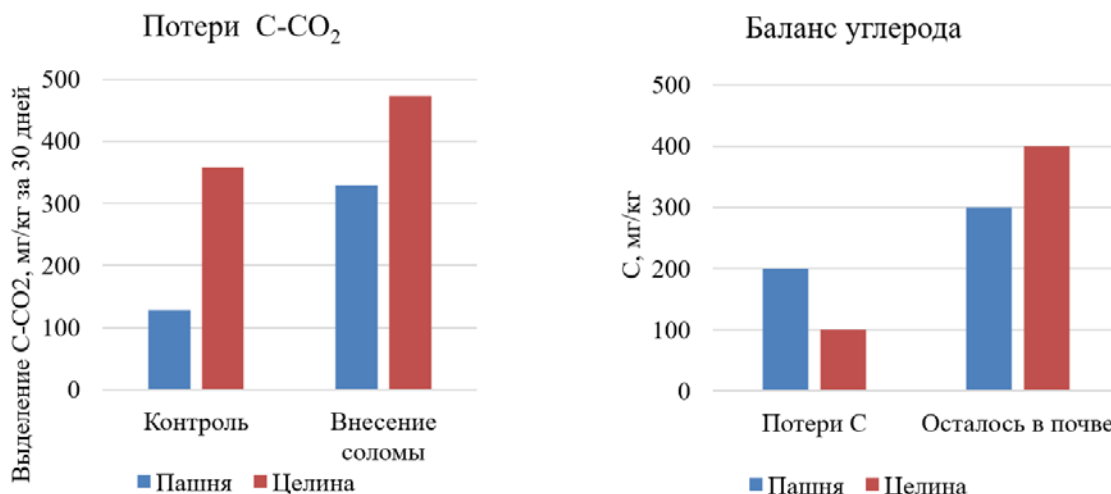


Рисунок 14. Сравнение элементов баланса углерода в пахотной и целинной почвах при поступлении одинаковых доз растительных остатков.

При поступлении соломы относительная активизация дыхательной активности пахотной почвы была выше, чем целиной (бактериальное разложение растительных остатков более интенсивное, чем грибное). В итоге, потери поступившего углерода из пахотной почвы превышали показатели целинной. Что это означает с точки зрения, например, сиквестра углерода в ПОВ? – чем более выпахана почва, тем больше потребуются органического вещества для стабилизации баланса углерода, не говоря о начале закрепления элемента в ПОВ.

ОБСУЖДЕНИЕ

С самого зарождения почвенной микробиологии как науки исследователи искали способы наблюдения ассоциаций почвенных микроорганизмов в условиях, близких к естественным. Методы стекол обрастания и капиллярных педоскопов в свое время позволили составить общее представление о разнообразии микробного населения почв *in situ* (Рыбалкина, Кононенко, 1957; Аристовская, 1980; Паринкина, 1989). В настоящее время изучение взаимоотношений грибов и бактерий в различных средах является одной из актуальных проблем биотехнологии (Deveau et al., 2018). Выяснение фундаментальных вопросов в этой области позволит решить конкретные прикладные задачи. В частности, разработать новые способы борьбы с патогенными грибами. Имеющиеся в настоящее время знания в данной сфере получены преимущественно в лабораторных условиях. Особенности микобактериальных сообществ в естественных или близких к ним условиях остаются слабо изученными. Это особенно касается почв (Hover et al., 2016; Deveau et al., 2018). Представленный в статье материал является некоторым вкладом в этом направлении исследований. Нам удалось несколько углубить наши представления о степени различий между старопашотной и целинной (залежной) почвами. Введение в почвы в сельскохозяйственный оборот приводит к закономерному изменению соотношения грибов и бактерий в ней, что является следствием, прежде всего, снижения количества и качества поступающего растительного вещества. В нашем исследовании анализ пейзажей показал, возможно, один из важных моментов, различающих микробное сообщество пахотной и целинной почв. А именно, в пахотной почве бактериальная часть сообщества отбирается в сторону накопления представителей, агрессивных по отношению к грибам. В литературе известен список бактерий, приспособленных к лизису грибов, так называемых, грибофагов (*mycofagy*). Кроме того, не исключается наличие у других бактерий способности при определенных условиях переходить к лизису гиф (Hover et al., 2016). На основе этих соображений можно предположить, что отмеченный нами момент является одним из механизмов, поддерживающих своеобразное

равновесие содержания углерода в пахотной почве, не позволяющий существенное повышение содержания ПОВ при внесении экономически приемлемых доз органических удобрений.

С методической точки зрения формирование бактериальной пленки на поверхности гиф может быть одним из критериев устойчивости микробной системы почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен визуальный ряд микробной сукцессии при поступлении и разложении растительного вещества в пахотную и целинную почвы. Формирование бактериальной пленки на поверхности гиф может быть одним из критериев устойчивости микробной системы почвы. Полученный материал будет полезен также в целях популяризации знаний о почве.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья посвящается светлой памяти моей первой наставницы по биологии почв – Елизаветы Викторовны Напрасниковой – ученицы Татьяны Вячеславовны Аристовской.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена в рамках государственного задания ГЗ 0778-2019-0024 «Разработать перспективные системы земледелия на основе изучения, моделирования и прогноза количественных изменений свойств почв и продуктивности культур под влиянием длительного антропогенного воздействия в основных природно-сельскохозяйственных зонах Западной Сибири» (СФНЦА РАН).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т.В. *Микробиология подзолистых почв*. М.-Л.: Наука, 1965. 190 с.
2. Аристовская Т.В. *Микробиология процессов почвообразования*. М.-Л.: Наука, 1980. 150 с.
3. Паринкина О.М. *Микрофлора тундровых почв*. Л.: Наука, 1989. 160 с.
4. Рыбалкина А.В., Кононенко Е.В. *Активная микрофлора почв* // Микрофлора почв Европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 250–260.
5. Danilova A.A., Savvinov G.N., Gavril'eva L.D., Danilov P.P., Ksenofontova M.I., Petrov A.A. Short-term exclusion of degraded pasture in the permafrost zone: aspects of soil microbial community // *Arid Ecosystems*. 2017. Vol. 7. № 3. P. 184–190. DOI: [10.1134/S2079096117030039](https://doi.org/10.1134/S2079096117030039)
6. Deveau A., Bonito G., Uehling J., Paoletti M., Becker M., Bindschedler S., Hacquard S., Herve V., Labbe J., Lastovetsky O.A., Mieszkin S., Millet L.J., Vajna B., Junier P., Bonfante P., Krom B.P., Olsson S., van Elsas J.D., Wick L.Y. Bacterial–fungal interactions: ecology, mechanisms and challenges // *FEMS Microbiology Reviews*, fuy008. 2018. Vol. 42. P. 335–352. DOI: [10.1093/femsre/fuy008](https://doi.org/10.1093/femsre/fuy008)
7. Habtewold J.Z., Helgason B.L., Yanni S.F., Janzen H.H., Ellert B.H., Gregorich E.G. Litter composition has stronger influence on the structure of soil fungal than bacterial communities // *European Journal of Soil Biology*. 2020. Vol. 98. P. 103190. DOI: [10.1016/j.ejsobi.2020.103190](https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103190)
8. Hover T., Maya T., Ron S., Sandovsky H., Shadkchan Y., Kijner N., Mitiagin Y., Fichtman B., Harel A., Shanks R.M.Q., Bruna R.E., Garcia-Vescovi E., Osherov N. Mechanisms of bacterial (*Serratia marcescens*) attachment to, migration along, and killing of fungal hyphae // *Applied and Environmental Microbiology*. 2016. Vol. 82. № 9. P. 2585–2594. DOI: [10.1128/AEM.04070-15](https://doi.org/10.1128/AEM.04070-15)
9. Kuzuyakov Y., Blagodatskaya E. Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review // *Soil Biology and Biochemistry*. 2015. Vol. 83. P. 184–199. DOI: [10.1016/j.soilbio.2015.01.025](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.01.025) 0038-0717
10. Wang X., Zhang W., Shao Y., Zhao J., Zhou L., Zou X., Fu S. Fungi to bacteria ratio: Historical misinterpretations and potential implications // *Acta Oecologica*. 2019. Vol. 95. P. 1–11. DOI: [10.1016/j.actao.2018.10.003](https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.10.003)
11. Wiesmeier M., Livia Urbanski L., Hobley E., Lang B., Lützw M. von, Marin-Spiotta E., Wesemael B. van, Rabot E., Ließ M., Garcia-Franco N., Wollschläger U., Vogel H.-J., Kögel-Knabner I. Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales // *Geoderma*. 2019. Vol. 333. P. 149–162. DOI: [10.1016/j.geoderma.2018.07.026](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.026)

Поступила в редакцию 07.02.2022

Принята 01.03.2022

Опубликована 02.03.2022

Сведения об авторах:

Данилова Альбина Афанасьевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия); Danilova7alb@yandex.ru



VISUALIZATION OF SOIL MICROBIOLOGICAL PROCESSES WITH A LIGHT MICROSCOPE

PART 1. THE RATIO OF FUNGI AND BACTERIA IN MICROBIAL LANDSCAPES AS AN INDICATOR OF THE STATE OF SOIL ORGANIC MATTER

© 2022 A. A. Danilova 

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the RAS, Krasnoobsk, Novosibirskaya oblast, Russia, E-mail: Danilova7alb@yandex.ru

The aim of the study is to investigate location features of fungi and bacteria on glass slides exposed to arable and virgin soils.

Location and time of the study. The studies were carried out in 2018–2021. Objects of study: 1. Leached chernozem (Luvic Chernozem, the forest-steppe of the Ob region, 54°53'13.5" N and 82°59'36.7" E). Observation options: (1) permanent steam field (300 mg mortmass C/kg, 50 mg N-NO₃/kg); (2) wheat cultivation, annual removal of straw from the field + bare fallow (440, 10); (3) long-term fallow field – virgin soil (2500, 0). 2. A complex of permafrost alas soils (Cryosols) of varying degrees of pasture digression (Lena-Amga interfluve, 62°33'24.3" N and 130°54'01.4" E).

Methodology. The duration of glass slide exposure in field conditions ranged from a growing season to a year. To decipher landscapes obtained in the field, glass slides were exposed in laboratory conditions in samples of the same soils with disturbed and undisturbed (monolith) structure. To study microbial succession during decomposition of plant residues 30-60 days incubation experiments were carried out. In some cases, to obtain a microbial imprint of decomposition of organic matter, glass slides were previously wrapped in cotton cloth. After exposure, the glass slides were dried, fixed, stained with carbolic erythrosine (5%), and examined microscopically at magnification of ×40–×1000. We studied 50 fields of vision on one glass slide (3 slides on each variant). The snapshots were taken using Primo Star Zeiss microscope with an Axiocam 105 color video camera.

Results. The size and localization of bacterial cells on a microbial landscape depend on the amount and state of soil organic matter. We outline a schematic representation of change in the fungi to bacteria ratio in landscapes during decomposition of plant residues. In contrast to arable soil, in virgin soil a bacterial biofilm was formed on the surface of hyphae.

Conclusions. A visual series of microbial succession during the decomposition of plant residues in arable and virgin soils is presented. The bacterial biofilm formation on the surface of hyphae might indicate stability of soil microbial system.

Key words: leached chernozem; alas soils; arable and virgin soils; bacterial biofilm on fungal hyphae; bacterial imprints of hyphae; hotspots

How to cite: Danilova A.A. Visualization of soil microbial processes with a light microscope. Part 1. The ratio of fungi and bacteria in microbial landscapes as an indicator of the state of soil organic matter // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(1). e168. DOI: [10.31251/pos.v5i1.168](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.168) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Aristovskaya T.V. *Microbiology of podzolic soils*. Moscow-Leningrad: Nauka Publ., 1965, 190 p. (in Russian)
2. Aristovskaya T.V. *Microbiology of soil formation processes*. Moscow-Leningrad: Nauka Publ., 1980, 150 p. (in Russian)
3. Parinkina O.M. *Microflora of tundra soils*. Leningrad: Nauka Publ., 1989, 160 p. (in Russian)
4. Rybalkina A.V., Kononenko E.V. *Active soil microflora*. In book: *Soil microflora of the European part of the USSR*. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1957, p. 250–260. (in Russian)
5. Danilova A.A., Savvinov G.N., Gavril'eva L.D., Danilov P.P., Ksenofontova M.I., Petrov A.A. Short-term exclusion of degraded pasture in the permafrost zone: aspects of soil microbial community, *Arid Ecosystems*, 2017, Vol. 7, No. 3, p. 184–190. DOI: [10.1134/S2079096117030039](https://doi.org/10.1134/S2079096117030039)
6. Deveau A., Bonito G., Uehling J., Paoletti M., Becker M., Bindschedler S., Hacquard S., Herve V., Labbe J., Lastovetsky O.A., Mieszkin S., Millet L.J., Vajna B., Junier P., Bonfante P., Krom B.P., Olsson S., van Elsas J.D., Wick L.Y. Bacterial–fungal interactions: ecology, mechanisms and challenges, *FEMS Microbiology Reviews*, fuy008, 2018, Vol. 42, p. 335–352. DOI: [10.1093/femsre/fuy008](https://doi.org/10.1093/femsre/fuy008)

7. Habtewold J.Z., Helgason B.L., Yanni S.F., Janzen H.H., Ellert B.H., Gregorich E.G. Litter composition has stronger influence on the structure of soil fungal than bacterial communities, *European Journal of Soil Biology*, 2020, Vol. 98, p. 103190. DOI: [10.1016/j.ejsobi.2020.103190](https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103190)
8. Hover T., Maya T., Ron S., Sandovsky H., Shadkchan Y., Kijner N., Mitiagin Y., Fichtman B., Harel A., Shanks R.M.Q., Bruna R.E., García-Véscovi E., Osherov N. Mechanisms of bacterial (*Serratia marcescens*) attachment to, migration along, and killing of fungal hyphae, *Applied and Environmental Microbiology*, 2016, Vol. 82, No. 9, p. 2585–2594. DOI: [10.1128/AEM.04070-15](https://doi.org/10.1128/AEM.04070-15)
9. Kuzyakov Y., Blagodatskaya E. Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review, *Soil Biology and Biochemistry*, 2015, Vol. 83, p. 184–199. DOI: [10.1016/j.soilbio.2015.01.025](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.01.025) 0038-0717
10. Wang X., Zhang W., Shao Y., Zhao J., Zhou L., Zou X., Fu S. Fungi to bacteria ratio: Historical misinterpretations and potential implications, *Acta Oecologica*, 2019, Vol. 95, p. 1–11. DOI: [10.1016/j.actao.2018.10.003](https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.10.003)
11. Wiesmeier M., Livia Urbanski L., Hobley E., Lang B., Lützow M. von, Marin-Spiotta E., Wesemael B. van, Rabot E., Ließ M., Garcia-Franco N., Wollschläger U., Vogel H.-J., Kögel-Knabner I. Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales, *Geoderma*, 2019, Vol. 333, p. 149–162. DOI: [10.1016/j.geoderma.2018.07.026](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.026)

Received 07 February 2022

Accepted 01 March 2022

Published 02 March 2022

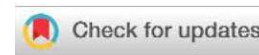
About the author:

Danilova Albina A. – Doctor of Biological Sciences, Principal Researcher in the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia); Danilova7alb@yandex.ru

The author read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ ХЛОПКОВО-ЛЮЦЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ

© 2022 г. Ч. Г. Гюлалыев ¹, С. А. Кочарли², А. А. Козлова ³, А. М. Джафаров²

¹Институт Географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана, пр. Г. Джавид, 115, г. Баку, AZ1146, Азербайджан. E-mail: ch_gulaliyev@yahoo.com

²Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, ул. М. Рагим, 4, г. Баку, Az1073, Азербайджан. E-mail: alicafarov@mail.ru

³ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет, ул. Сухэ-Батора, 5, г. Иркутск, 664011, Россия. E-mail: allak2008@mail.ru

Цель исследования. При длительном возделывании сельскохозяйственных растений на одном и том же поле плодородие почвы и ее водно-физические свойства ухудшаются. Для устранения этих нежелательных последствий применяют внесение минеральных, органических удобрений и различные агроприемы. Другие элементы технологии (обработка почвы, системы удобрений и защиты растений, приобретение новых семян) требуют значительных материальных затрат. В комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и хлопчатника, в частности, важную роль играет севооборот, определяющий жизнедеятельность растений и плодородие почв. В связи с этим целью работы было проведение анализа комплекса физических и химических свойств почв, а также изучение динамики почвенных процессов при хлопково-люцерновом севообороте.

Место и время проведения. Исследования проводили в течение 2014–2018 гг. в районе Северный Муган республики Азербайджан; этот район является одним из крупных сельскохозяйственных районов республики, производящим хлопок и зерно. Исследования проведены на орошаемых лугово-сероземных (Endogleyic Calcisols) почвах Кура-Араксинской низменности Азербайджана.

Методология. Полевые и лабораторные работы выполняли по методикам, принятым в почвоведении; в работе определяли содержание гумуса, влажность, температуру, удельную плотность почвы, и описывали морфологические особенности. Определение гранулометрического состава проводили пирофосфатным методом. При статистической обработке полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel.

Основные результаты. Выявлено, что при длительном использовании почв под хлопчатником агрофизические и агрохимические свойства почв значительно ухудшаются. После трехлетнего возделывания хлопчатника содержание гумуса уменьшилось примерно на 20%, водопрочных агрегатов - на 40%, водопроницаемость почвы в три раза, а плотность почвы увеличилась на 7%; все это вместе значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур. На фоне севооборота установлено, что плодородие почвы, утраченное после трехгодичного использования ее под хлопчатником, может восстановиться почти полностью при последующем двухгодичном выращивании люцерны, которая одновременно является ценной кормовой культурой. Кроме того, севооборот по сравнению с монокультурой приводит к перегруппировке в составе микрофлоры и изменению биологической и биохимической активности почвы.

Заключение. Для сохранения потенциального плодородия, получения высоких, устойчивых урожаев при возделывании почвозащитных, ресурсосберегающих сельскохозяйственных культур необходимо осуществление на территории фермерских хозяйств Муганской степи пятипольных хлопково-люцерновых севооборотов. Применение хлопково-люцерновых севооборотов весьма актуально и для увеличения производства в республике всех видов кормов.

Ключевые слова: почва; гранулометрический состав; севооборот; хлопок; люцерна; температура; влажность

Цитирование: Гюлалыев Ч.Г., Кочарли С.А., Козлова А.А., Джафаров А.М. Динамика некоторых свойств почв при хлопково-люцерновом севообороте // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. с178. DOI: [10.31251/pos.v5i1.178](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.178)

ВВЕДЕНИЕ

На основе познания закономерностей развития и взаимоотношения элементов ландшафта возможна разработка принципов рационального использования природных ресурсов. Чем глубже мы будем знать природу взаимодействий в почве, темпы протекающих изменений, особенно в связи с зональными различиями, тем шире будут наши возможности управления этими процессами, и с тем большей эффективностью будут использованы мероприятия по повышению плодородия почв.

Хлопководство является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства Азербайджана. Увеличение производства хлопка-сырца входит в число важнейших задач, поставленных перед работниками сельского хозяйства республики. В связи с этим в Азербайджане увеличены посевные площади, отведенные под выращивание хлопчатника, и усилена поддержка фермеров, занятых в этой сфере.

В комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и хлопчатника в частности, значительную роль играют севообороты (Цырибко и др., 2019), определяющие жизнедеятельность растений и плодородие почв. Научой и практикой установлено, что при длительном возделывании сельскохозяйственных культур на одном и том же поле плодородие почвы, ее агрофизические и агрохимические свойства ухудшаются, а урожайность падает. Причиной этому являются особенности возделываемой монокультуры, а также несоблюдение научно-обоснованных севооборотов и чередования культур. Для устранения вышеуказанных нежелательных последствий применяется внесение минеральных и органических удобрений на фоне правильного применения севооборотов.

Многочисленными исследованиями установлено, что научно обоснованное чередование культур в севообороте обеспечивает рост урожайности всех возделываемых в севообороте культур (Цырибко и др., 2019; Raimbault, Vun, 1991). По данным Г.И. Баздырева с коллегами (2004) урожайность озимой пшеницы в севообороте в 1,5–2,0 раза больше, чем в бессменном посеве. Аналогичное превышение урожайности в севообороте по сравнению с бессменным посевом наблюдается и с ячменём. Но, по мнению академика РАН А.Н. Каштанова (Каштанов, 2004), севооборот, кроме роста урожайности, интегрирует в себе землеустройство территории, структуру посевных площадей, подбор и рациональное размещение сельскохозяйственных культур на пашне, системы обработки почвы, удобрений, защиты растений, машин, меры по охране почв и окружающей среды, отражает специализацию и во многом определяет экономические результаты ведения земледелия, растениеводства и животноводства. То есть роль севооборота намного шире, чем только рост урожайности возделываемых культур.

Именно в севообороте одним из источников пополнения запасов органического вещества в почве являются корневые и пожнивные остатки возделываемых культур, которые служат энергетическим источником для почвенной микрофлоры (Hulugalle, 2016). Таким образом, содержание почвенного органического вещества и гумуса, а следовательно, и плодородие почвы можно регулировать (Еремин, 2016; Кислов и др., 2018; Лошаков, 2018), и одним из эффективных приёмов регулирования является севооборот с правильным подбором культур и их научно обоснованным чередованием (Физика..., 2011). Такие севообороты обеспечивают прибавку урожая хлопка-сырца на 10–15%, зерновых и зернобобовых культур – на 15–20%. Хлопково-люцерновые севообороты на староорошаемых землях юга Казахстана положительно влияют на снижение заболеваемости всеми формами бактериальной болезни – гоммозом хлопчатника (Мустафаевб 2007). В Пакистане, являющимся одним из самых больших производителей хлопка в мире, большую угрозу представляет болезнь хлопкового листа. В борьбе с ней используются передовые биотехнологии (маркерная селекция, генетическое сопротивление на основе RNAi и DNAi, но самым эффективным в борьбе с этим патогеном, по мнению М. Ж. Аширбекова (2018), является освоение хлопково-люцерновых севооборотов с введением в них зерновых и промежуточных фитосанитарных культур.

На исследуемых орошаемых территориях лучшим предшественником хлопчатника в севооборотах является люцерна, которая считается ценной кормовой культурой в животноводстве. Поэтому применение хлопково-люцерновых севооборотов весьма актуально и в свете требований об увеличении производства в республике всех видов кормов в два раза.

Влияние хлопково-люцерновых севооборотов на режим почвенных процессов, а также на агрофизические и агрохимические свойства почвы изучено недостаточно, в том числе в условиях Северной Мугани – одного из крупных сельскохозяйственных районов Азербайджанской

Республики. Поэтому изучение физических, химических и агрономических условий среды обитания растений и разработка мероприятий по созданию оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур имеет большое значение.

Цель исследования – изучить влияние севооборотов на динамику свойств почв (гранулометрический состав, влажность, плотность, количество гумуса и водопрочных агрегатов) и разработать мероприятия по созданию оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур. В задачи исследования входило изучение некоторых базовых свойств почв и динамики почвенных процессов в Северной Мугане.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнены в условиях стационара Северной Мугани (39°55'51" с.ш., 48°22'10" в.д.) на площади 340 га, являющейся частью Кура-Араксинской низменности Муганской равнины Азербайджанской республики. Исследуемая территория расположена ниже уровня моря и представляет равнину (с уклоном 0,0001–0,0003) с северо-запада на юго-восток.

На исследованной территории распространены следующие почвенные типы (IUSS, 2015): лугово-сероземные (*Gleyic Calcisols*), орошаемые сероземно-луговые (*Irragri Gleyic Calcisols*), орошаемые лугово-сероземные солонцеватые (*Irragri Solanchaks Gleyic Calcisols*), солонцеватые (*Solanchaks*) (рис. 1).

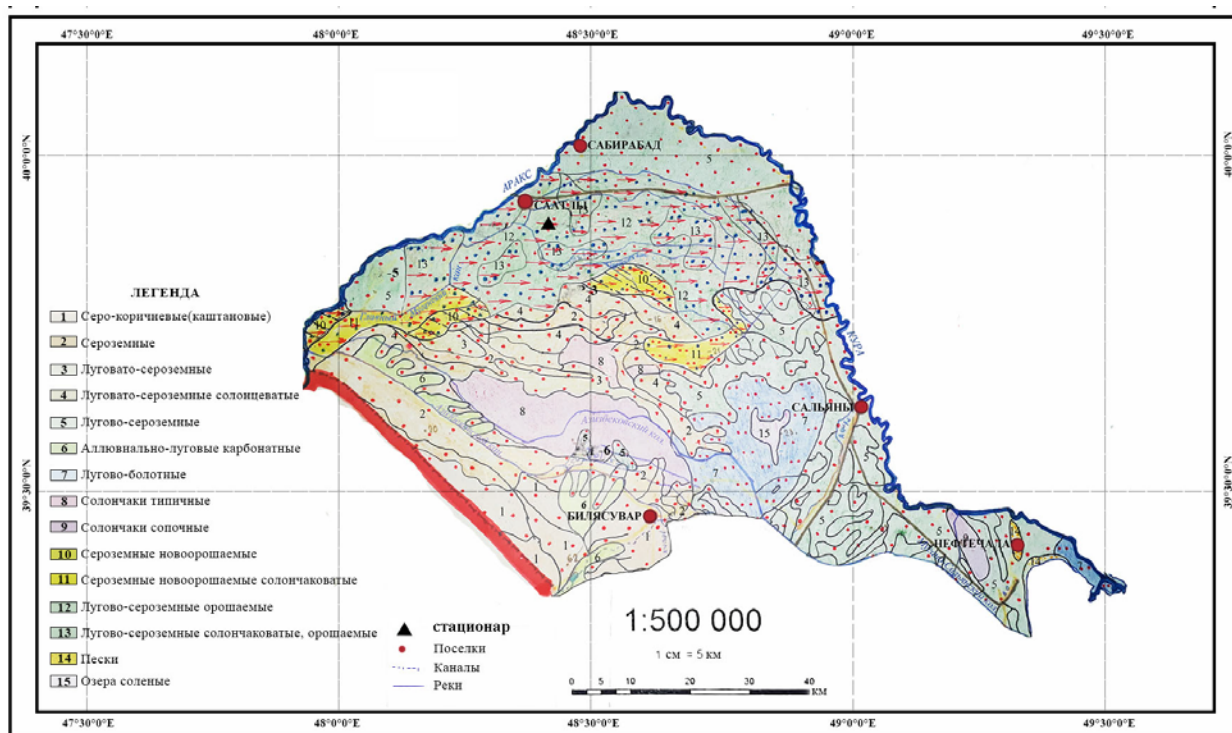


Рисунок 1. Почвенная карта Муганской равнины.

В ходе наших исследований динамику почвенных процессов изучали на Муганской опытно-мелиоративной станции (МОМС) Азербайджанского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации на фоне пятипольного хлопково-люцернового севооборота на целинных и орошаемых лугово-сероземных почвах (табл. 1). Одновременно на всей территории Северной Мугани были изучены агрофизические свойства почв.

Полевые и лабораторные работы выполняли по общепринятым в почвоведении методикам. Определение гранулометрического состава проводили пирофосфатным методом; для определения плотности, гумусности, влажности, температуры и морфологических характеристик использовали традиционные методы (Вадюнина, Корчагина, 1986; Ганжара и др., 2002; Мустафаев, 2007; Шейн и др., 2017). При статистической обработке полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel.

Таблица 1

Схема хлопково-люцернового севооборота исследуемого участка

№ поля	Годы ротации				
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
I	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования
II	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года
III	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года
IV	Подпокровная люцерна	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года
V	Люцерна II года пользования	Хлопчатник I года	Хлопчатник II года	Хлопчатник III года	Подпокровная люцерна

Характеристика территории исследований. В геоморфологическом отношении Северная Мугань – образование молодое, формирование ее рельефа продолжалось до самого недавнего времени и шло на фоне общего абсолютного прогибания Куринской впадины. Морские отложения находятся на глубине 10–12 м. Для территории характерен климат сухих степей и полупустынь с мягкой зимой, сухим жарким летом. По многолетним данным стационара среднегодовая температура воздуха здесь составляет 16,3 °С×сут, годовая сумма осадков – 290 мм. В течение года испарение с поверхности почвы достигает 900–1000 мм, т.е. в три–четыре раза превышает количество осадков. На экспериментальной территории преобладает пустынная и полупустынная растительность: полынь (*Artemisia fragrans*), солянка древовидная (*Salsola dendroides*), солянка жирная (*Salsola crassa*), соляно-колосник (*Halostachys caspica*), верблюжья колючка (*Alhagi pseudoalhagi*), солодка (*Glycyrrhiza glabra*), карагана (*Caragana*), камыш (*Scirpus*), иногда встречаются однолетние травянистые растения (Кочарли и др., 2015).

Лугово-сероземная почва Муганской равнины на делювиально-аллювиальных наносах. Разрез описан во влажном состоянии. Район Саатлинский, в 2 км к югу от села Челпи и в 22 км юго-восточнее Саатлы (39°55'51"с.ш., 48°22'10"в.д.). Рельеф – слабо наклонная равнина, микрорельеф расчерчен поливными арыками и бороздками. Хлопковое поле. Растительность – хлопчатник и верблюжья колючка.

Профиль почвы:

Au_v 0–20 см – свежий, серо-буроватый, суглинистый, глыбисто-плотный, корни, корешки, белые жилки солей, переход заметный;

Au_{g.z.s} 20–42 см – влажный, серо-коричневый, легкосуглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, корешки, красноватые и белые мелкие жилки, переход заметный;

A/ V_{gca} 42–60 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, жилки, корни, ржавые и белые жилки, переход заметный;

V /CA_{gs} 60–86 см – влажный, серо-коричневатый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, белые жилки и красноватые пятна, переход заметный;

C_{g.ca} 86–104 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, жилки солей, переход постепенный.

Целина. Лугово-сероземная почва. Описана во влажном состоянии. Район Саатлинский. В 4 км к югу от села Челпи и в 22 км юго-восточнее Саатлы (39°57'52"с.ш., 48°24'12"в.д.). Рельеф – слабо наклонная равнина, микрорельеф выражен поливными арыками и бороздками. Растительность верблюжья колючка.

Профиль почвы:

Au_v 0–20 см – суховатый, серо-буроватый, суглинистый, глыбисто-плотный, корни, корешки, белые жилки солей, переход заметный;

Au_{g.z.s} 20–42 см – суховатый, серо-коричневый, суглинистый, глыбистый, плотноватый, корни, корешки, трещины, переход постепенный;

BCA_{g.sca} 42–60 см – влажный, серо-буроватый, суглинистый, структура не выражена, жилки, корни, ржавые и белые жилки, переход заметный;

V/ C_g 60–86 см – влажный, серо-коричневатый, суглинистый, структура не выражена, плотноватый, корни, белые жилки и красноватые пятна, переход заметный;

C_g 86–104 см – влажный, серо-буроватый, легкосуглинистый, бесструктурный, плотноватый, редкие жилки солей, переход постепенный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучаемые сероземно-луговые почвы высококарбонатные - величина CaCO₃ в верхнем горизонте колеблется в пределах 10,3–14,5%. Величины содержания карбонатов по профилю то убывают, то возрастают, что связано со сменой слагающих равнину неоднородных по гранулометрическому составу аллювиальных отложений. Наибольшие значения карбонатности характерны для полей двухлетней люцерны, где она изменяется по профилю почвы в пределах 14,6–15,5%.

В верхнем горизонте почв под севооборотами сумма поглощенных оснований составляет 20,4–32,2 мг-экв на 100 г почвы. Во всех случаях отмечено преобладание кальция с наибольшими значениями - 53,8–78,9%. Второе место из поглощенных оснований занимает катион магния (12,6–40,1%), причем в нижних горизонтах он иногда превышает показатели кальция. Доля катиона натрия составляет 1,33–9,52%, т.е. солонцеватость почв невысокая.

На всех участках исследуемых почв наименьшие значения приходятся на долю песчаной фракции - в верхних горизонтах 2,32–29,8%. Преобладает же пылеватая фракция, высокое содержание которой по профилю отмечено на всех полях и достигает 32,6–89,4%. Второе место занимает илистая фракция (5,20–46,2%).

Коэффициент дисперсности по профилю изменяется в пределах 11,1–75,1%, с наименьшими значениями на целине.

Таким образом, почвы изучаемой территории по гранулометрическому составу относятся к аллювиальным с преобладанием средне- и тяжелосуглинистых, но иногда встречаются и глинистые.

Водные свойства оказывают огромное влияние на влагообеспеченность растений и процессы, протекающие в почве. В изучаемых почвах величины различных категорий почвенной влаги составляют: гигроскопическая – 3,42–5,75%, максимальная гигроскопическая – 5,8–7,8%, максимальная молекулярная влагоемкость – 14,1–24,5%, предельная полевая влагоемкость – 20,1–30,2%.

Большинство химических и физических свойств почв динамичны во времени. Даже на протяжении короткого промежутка времени изменяются показатели температуры, влажности, водопропускности агрегатов, плотности, водопроницаемости, содержания гумуса и т.д.

Температура почвы наиболее интенсивно изменяется по сезонам года. На всех стационарах ее минимум приходится на зиму (4,3–6,0 °С), максимум – на лето (21,0–31,5 °С). Весной и осенью в метровой толще показатели температуры близки. Все эти изменения наиболее ярко выражены в вегетационный период. По годам наблюдения суммы аккумулированных температур (выше 0 °С) на целине в поверхностных слоях по отдельным сезонам года характеризуется в нижеуказанной последовательности (табл. 2): зимой 360–486, весной 1575–1800, летом 3006–3186, осенью 1638–1764 °С×сут, а ее годовое количество 6885–6965 °С×сут.

На участках под люцерной I и II года возделывания в пахотном слое температура почвы зимой составила 5,0–6,5, весной – 15,1–20,7, летом – 25,8–30, осенью – 15,2–19,2 °С, в метровом слое, соответственно; 9,1–9,8, 13,7–18, 19,5–22 и 16,8–21,4 °С. Более высокими температурами (на 2,0–2,5 °С в пахотном горизонте) в весенне-летний период характеризуется участок под хлопчатником.

Наибольшая сумма годовых положительных температур поверхности почвы под севооборотами отмечена на участках третьего года возделывания хлопчатника (6507–6939 °С×сут), наименьшая - под двухлетней люцерной (5661–6070 °С×сут).

Как показывают полученные данные по температуре поверхности почвы в хлопково-люцерновом севообороте, под люцерной она ниже в связи с большой густотой стояния растений и интенсивным развитием надземной массы, защищающей почву от прямых солнечных лучей.

Таблица 2

Сезонные и годовое распределение суммы температур выше 0 °С (°С×сут) в поверхностном слое почв

Варианты	Годы	Зима	Весна	Лето	Осень	Сумма
Целина	I	485	1575	3186	1638	6885
	II	360	1800	3006	1764	6930
	III	420	1755	3090	1700	6965
	Среднее	422	1710	3094	1701	6927
Хлопчатник I года	I	450	1584	2835	1404	6273
	II	405	2016	2700	1719	6340
	III	460	1870	2800	1640	6770
	Среднее	438,3	1823	2778	1588	6628
Хлопчатник II года	I	468	1584	2754	1422	6228
	II	414	1818	2628	1746	6606
	III	475	1750	2830	1710	6765
	Среднее	452	1717	2737	1626	6533
Хлопчатник III года	I	468	1530	3006	1503	6507
	II	387	1881	2925	1746	6939
	III	436	1740	2940	1700	6815
	Среднее	427	1717	2957	1650	6754
Люцерна I года	I	540	1380	2475	1458	5859
	II	496	1728	2700	1728	6652
	III	486	1600	2550	1596	6231
	Среднее	474	1571	2575	1590	6247
Люцерна II года	I	585	1386	2322	1368	5661
	II	450	1359	2385	1566	5760
	III	500	1610	2500	1460	6070
	Среднее	512	1452	2402	1464	5830

В Муганской степи величина влажности колеблется в пределах 4,7–35,3%. Наибольшая влажность приходится на осенне-зимний период (35,3% что благоприятствует развитию культурных растений и активной деятельности микроорганизмов. К концу лета в связи с повышением температуры воздуха влажность почвы уменьшается до минимального значения. На посевных площадях режим влажности почвы регулируется путем орошения.

В результате на участках хлопково-люцернового севооборота летом, несмотря на отсутствие атмосферных осадков, влажность почвы остается оптимальной. В то же время показатели ее зависят от полей севооборота. В частности, в метровом слое под хлопчатником первого года влажность составила 8,8–34,8%, второго – 4,9–33,1%, третьего – (4,7–34,9%. Под люцерной первого года – 4,9–34,6%, двухлетней – 6,8–35,3%. Такой режим влажности связан с вегетационными поливами сельхозкультур, которые препятствуют перегреву почвы.

Исследования показали, что у сероземно-луговых почв при хлопково-люцерновым севооборотом на исследуемой территории базовые свойства меняются различными образом (рис. 2а). Плотность изучаемых сероземно-луговых почв на полях севооборота и на целине различна. Так, плотность целинных почв в верхнем горизонте равна 1,27 г/см³, в нижних – 1,46 г/см³, под хлопчатником I года выращивания – 1,1–1,4 г/см³, II года – 1,2–1,3 г/см³, III года – 1,3–1,4 г/см³, под однолетней люцерной – 1,2–1,4 г/см³, 2-х летней – 1,2–1,4 г/см³. Как видно, наиболее высокие показатели плотности в верхнем горизонте присущи почве на целине и под хлопчатником III года.

Наибольшим изменениям по сезонам года плотность подвергается в верхних горизонтах почвы (см. рис. 2а.) Весной на участке под хлопчатником плотность почвы значительно уменьшается; в первый год в слое 0–20 см она составила 0,9–1,0 г/см³, второй год – 1,05–1,1 г/см³, третий год – 1,08–1,12 г/см³, в слое 20–40 см – соответственно: 1,11–1,14; 1,10–1,14; 1,14–1,16 г/см³. Такое уменьшение, плотности связано с проведением вспашки. К лету показатели плотности постепенно увеличиваются и осенью, в конце вегетации, достигают максимума: в слое 0–20 см под хлопчатником первого года 1,2 г/см³, второго – 1,2 г/см³, третьего – 1,3 г/см³; в слое 20–40 см –

1,24, 1,25 и 1,35 г/см³, соответственно. Такая зависимость понятна, ибо при длительном возделывании хлопчатника на одном и том же месте, и многократных обработках почва измельчается, превращаясь в пыль, нарушается её структурно-агрегатный состав, и после нескольких поливов она уплотняется.

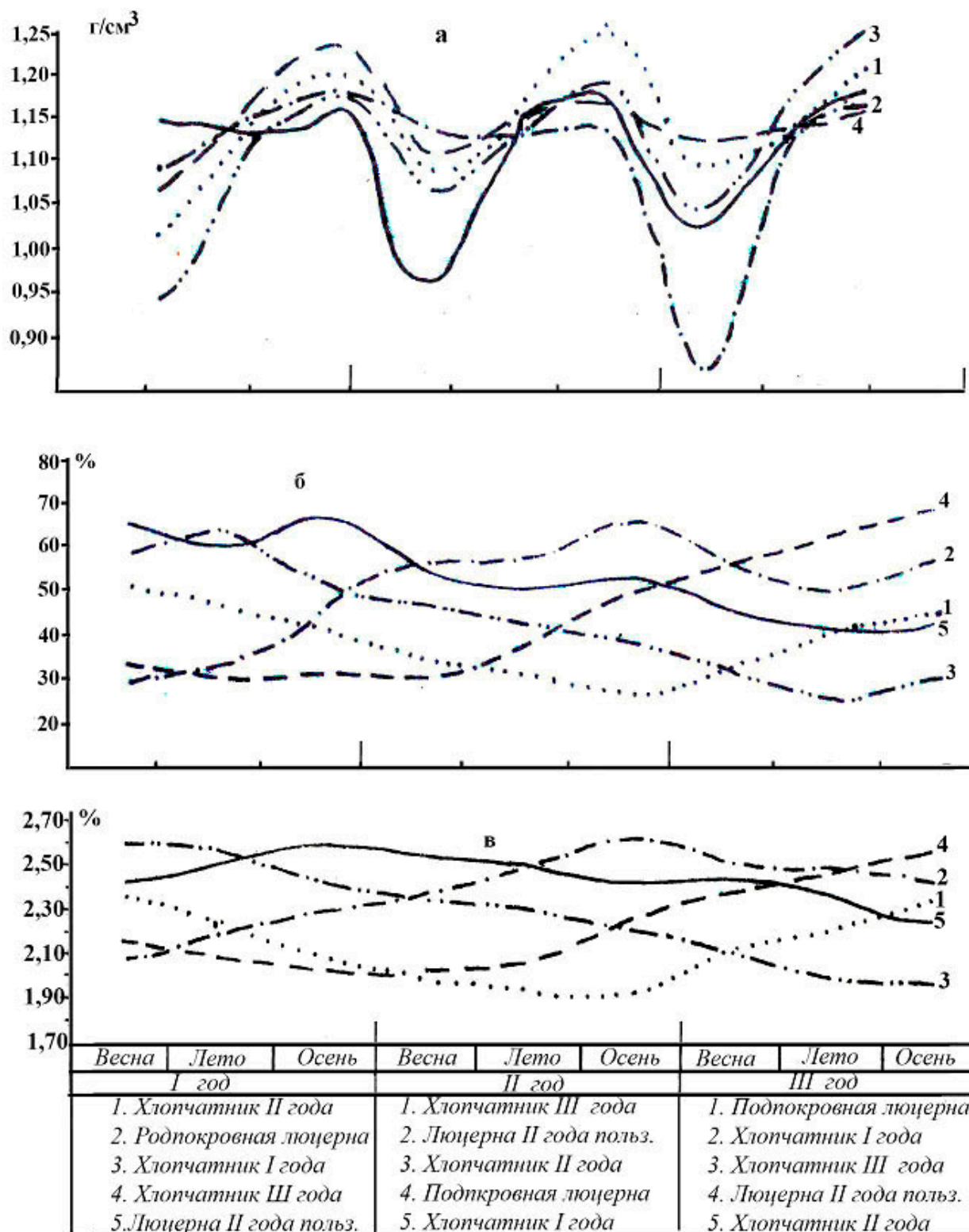


Рисунок 2. Динамика плотности (а), содержания водопрочных агрегатов (б) и гумуса (в) по сезонам года.

Плотность почвы под однолетней люцерной весной в слое 0–20 см равна 1,12–1,14 г/см³, двухлетней – 1,16–1,17 г/см³; летом эти значения соответственно составили 1,16–1,18 и 1,16–1,17

г/см³, а осенью 1,17–1,20 и 1,17–1,20 г/см³. В нижних горизонтах показатели плотности изменялись по периодам возделывания в пределах 1,14–1,26 г/см³.

Удельная масса исследуемых почв изменяется в пределах 2,6–2,74 г/см³. Различные значения по профилю связаны с чередованием наносов и их минералогическим составом. Относительно легкий удельный вес почв под люцерной (в верхнем горизонте 2,6 г/см³), несомненно, связан с хорошо развитой корневой системой культуры и относительно высоким содержанием перегноя.

Наблюдается прямая зависимость между содержанием в почве органического вещества и общей порозностью. Значения ее различны по полям севооборота и на целинных участках. Так, в верхнем горизонте почвы под хлопчатником в зависимости от периода его возделывания величина общей порозности составляет 53,2–54,7%, под люцерной – 55,3–58,1%, на целине – 53%. Наибольшая величина общей порозности (53,1%) отмечена в почве под двухлетней люцерной, что связано с хорошей ее структурой и высоким содержанием органического вещества.

Результаты исследования показывают, что водопрочные агрегаты (частицы диаметром более 0,25 мм) в сероземно-луговых почвах под севооборотами изменяются в зависимости от вида растения и его густоты. Характеризуя содержание водопрочных агрегатов под хлопчатником по годам, можно отметить, что наибольшее содержание оказалось в пахотном слое почвы на участках под хлопчатником первого года возделывания и, составив 61,8–66,6%, постепенно уменьшаясь в дальнейшем составляет во второй год 51,8–55,5%, в третий год – 39,1–41,3%.

Количество водопрочных агрегатов почвы зависит от вида растения, густота его стояния, длительности использования, развитости корневой системы, а также от содержания органического вещества и других факторов. Весной на участках, где после двухлетней люцерны в первый год возделывали хлопчатник, количество водопрочных агрегатов в 20-сантиметровом слое почвы составило 63,4–67,6%, в слое 20–40 см – 59,5–73,7%, в начале лета показатели незначительно уменьшаются – соответственно до 59–66,5 и 52,5–64,3%, осенью вновь возрастают (в основном в пахотном горизонте): 60,1–70,6 и 51,8–60,1% (Рис. 26). Под хлопчатником второго года количество водопрочных агрегатов весной в слое 0–20 см достигало 55,4–60,6%, в слое 20–40 см – 55,1–60,1%; летом значения в верхнем горизонте составили 50,7–55,6%, в слое 20–40 см – 46,6–52,7%, осенью – соответственно 48,2–52,8 и 41,1–52,7%. Под хлопчатником третьего года возделывания содержание водопрочных агрегатов в почве значительно меньше: в верхнем горизонте 41,5–43,5% весной, а осенью – 35,3%, в нижнем – 35,7% весной и 42,7% осенью.

Следовательно, при длительном возделывании хлопчатника на одном и том же месте нарушается структурно-агрегатный состав почвы, уменьшается количество водопрочных агрегатов, что отрицательно сказывается на водно-воздушном и питательном режимах почв. Однако, если на этих участках посеять люцерну, то содержание водопрочных агрегатов значительно возрастает как по годам, так и по сезонам и составляет под однолетней люцерной в слое 0–20 см 40,1–50,3%, в 20–40 см – 41–55,7%, под двухлетней – 65,1–78,9 и 61,2–75,5%, соответственно.

Результаты показали, что в слое 0–30 см целины содержание общего гумуса составило 3,1%, на участках, где долгое время бессменно возделывали хлопчатник, его значения были меньше. В зависимости от давности использования массива под хлопчатником этот показатель постепенно снижается. Так, на участках, где после двухлетней люцерны один год выращивали хлопчатник, величина гумуса в верхнем 20 см слое составила 1,95%. Во второй и третий год выращивания хлопчатника содержание гумуса уменьшается, так в слое 0–18 см было 1,57%, а в слое 0–25 см – 1,47%.

На участках, где после трёхлетнего выращивания хлопчатника в первый год использования под люцерной, содержание гумуса возрастало в слое 0–35 см и составляло 1,7%. Под двухлетней люцерной в слое 0–30 см его величина значительно возросла и составила 2,61%. С глубиной в зависимости от севооборота и растительного покрова содержание гумуса значительно уменьшилось, составив на глубине 100 см 0,1%.

Большее по сравнению с хлопчатником содержание органического вещества в почвах под люцерной несомненно связано с большим количеством растительных остатков и с более развитой корневой системой. Величина гумуса под хлопчатником в верхнем 20 см горизонте колебалась в пределах 1,9–2,5%, а под люцерной – от 2,1 до 2,5%.

Изучение динамики гумуса в почвах под хлопчатником показало постепенное уменьшение его количества от весны к осени (рис. 1в). Так, в первый год под хлопчатником содержание гумуса

весной составило 2,5–2,58%, летом – 2,47–2,53%, осенью – 2,40–2,41%, на участке второго года - соответственно: 2,33–2,45, 2,23–2,35 и 2,08–2,24%, третьего года – 1,99–2,15, 1,94–2,07 и 1,91–2,01%.

В почвах под люцерной происходит накопление гумуса не только по годам, но и от весны к осени. Так, общее содержание гумуса в почвах под однолетней люцерной составляет весной 2–2,11%, летом 2,05–2,10%, осенью 2,24–2,32%, под двухлетней – 2,35–2,41; 2,45–2,50 и 2,54–2,61%, соответственно.

Изучение водопроницаемости почвы (Рис. 3) под однолетней люцерной показало, что средняя скорость впитывания воды в первый час составила 1,0 мм/мин, а количество впитанной воды – 61 мм, при средней скорости впитывания 0,6 мм/мин. Общее количество впитанной за 6 часов воды составило 235 мм. В почвах под двухлетней люцерной отмечается сравнительное улучшение впитывания воды почвой, его средняя скорость за 6 часов наблюдений равна 0,7 мм/мин, а общее количество впитанной воды – 271 мм.

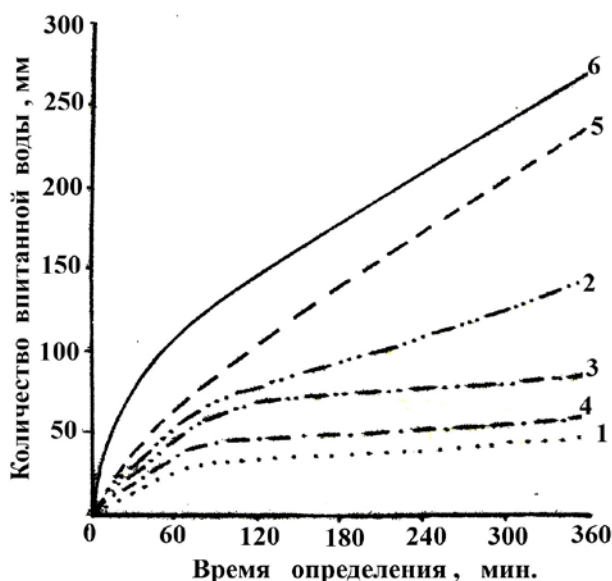


Рисунок 3. Количество впитанной воды в различные периоды в почвах под севооборотами: 1. Целина; 2. Хлопчатник I года; 3. Хлопчатник II года; 4. Хлопчатник III года; 5. подпорок люцерна; 6. люцерна II года пользования.

На участках первого года возделывания хлопчатника после двухлетней люцерны скорость впитывания и количество впитанной воды в первый час составляет соответственно 1,0 и 60 мм/мин, а средняя скорость впитывания заметно уменьшается и за 6 часов составляет 0,4 мм/мин, и общее количество впитанной воды также сокращается до 140 мм. Как показало наше исследование, на всех полях севооборота сероземно-луговых почв количество впитанной воды и ее скорость в первый час достаточно велики.

По сезонам года водопроницаемость почв под двухлетней люцерной была выше, чем на участках с хлопчатником. Весной в почве под двухлетней люцерной в течение 6 часов водопроницаемость составила 225 мм, под однолетней – 162 мм. На участках, где после 2-х летней люцерны в первый год возделывали хлопчатник, ее значение увеличилось до 173 мм, а во второй год уменьшилось до 101 мм, третий – до 78 мм. Летом водопроницаемость несколько возрастает и составляет под однолетней люцерной 175 мм, двухлетней – 232 мм, на участках под хлопчатником первого года – 150 мм, второго – 90 мм, третьего – 64 мм. Соответствующие показатели, полученные осенью: 235, 271, 140, 88 и 58 мм. Такие величины водопроницаемости по хлопчатнику связаны с длительной обработкой почвы, которая способствует ее уплотнению и нарушению структурно-агрегатного состава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что при длительном использовании почв под хлопчатником физические и химические свойства почв значительно ухудшаются. После трехлетнего использования почв под

хлопчатником содержание гумуса уменьшается примерно на 20%, водопрочных агрегатов на 40%, водопроницаемость почвы в три раза, увеличивается плотность почвы на 7 %, в связи с чем значительно понижается урожайность сельскохозяйственных культур. На фоне севооборота установлено, что плодородие земель, утраченное после трехгодичного использования ее под хлопчатником, может восстановиться почти полностью при последующем двухгодичном использовании под культурой люцерны.

При сопоставлении агрофизических свойств мелиорируемых окультуренных орошаемых почв хлопково-люцернового севооборота с целинными почвами выявлено, что на полях хлопково-люцернового севооборота физические и водно-физические свойства значительно меньше, чем на целине: водопроницаемость почти в четыре раза ниже, количество водопрочных агрегатов – почти в два раза больше, а плотность почвы меньше на 10%. Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что для сохранения потенциального плодородия и получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо осуществление пятипольных хлопково-люцерновых севооборотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аширбеков М. Ж., Дридигер В.К. Урожайность и качество хлопчатника в зависимости от размещения в севообороте на орошаемых сероземах Южного Казахстана // *Вестник АПК Ставрополя*. 2018. № 1 (29). С. 73–77.
2. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. *Земледелие: учебник для ВУЗов*. М.: Колос, 2004. 552 с.
3. Беленков А.И. Севообороты и основная обработка почвы в Нижнем Поволжье // *Земледелие*. 2002. № 3. С. 7–8.
4. Бондаренко М.В. *Комплексное влияние севооборотов, удобрений и приемов обработки на показатели плодородия чернозема типичного и урожайность основных сельскохозяйственных культур*. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Белгород: Бел ГСХА, 2005. 22 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. *Методы исследования физических свойств почв*. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
6. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. *Практикум по почвоведению*. Под редакцией д.б.н. проф. Н.Ф. Ганжары. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.
7. Гончаров С.В., Федотов В.А., Матвеев И.В. *Пивоваренный ячмень*. М., 2014. 288 с.
8. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г., Вайцеховская С.С. Влияние севооборота на эффективность использования полевых культур без обработки почв // *Земледелие*. 2019. № 6. С. 28–32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607.
9. Ерёмин Д.И. Изменение содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья // *Почвоведение*. 2016. № 5. С. 584–592. DOI: 10.7868/S0032180X1605004X.
10. Каштанов А.Н. Место и роль севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии // Севооборот в современном земледелии. М.: Изд-во МСХА, 2004. С. 24–32.
11. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кащеев А.В., Сударенков Г.В. Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала // *Земледелие*. 2018. № 6. С. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602.
12. Кочарли С.А., Герайзаде А.П., Манафова А.М., Гюлалыев Ч.Г. Тепловой баланс хлопково-люцернового севооборота // *Аграрная наука*. 2015. № 6. С. 15–17.
13. Лошаков В.Г. Зелёное удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // *Плодородие*. 2018. № 2. С. 26–29. DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.09.
14. Мустафаев А.Б., Умбетаев И., Бигараев О. К., Джусипбеков Д. Устойчивость новых отечественных сортов хлопчатника к болезни гоммоза // *Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана*. 2007. № 8. С. 7–8.
15. *Теории и методы физики почв* / Под ред. Е.В. Шейна, Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К., 2007. 616 с.
16. *Физика почв: лаб. практикум* / Корчагин А.А., Мазиров М.А., Шушкевич Н.И.; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. 99 с.
17. Шейн Е.В., Милановский Е.Ю., Хайдапова Д.Д., Поздняков А.И., Тюгай З., Початкова Т.Н., Дембовецкий А.В. *Практикум по физике твердой фазы почв: учебное пособие*. М.: Буки-Веди Москва, 2017. 119 с.
18. Шрамко Н.В., Вихорева Г.В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхнего Поволжья // *Земледелие*. 2016. № 1. С. 14–16.
19. Цырибко В.Б., Устинова А.М., Цыбулько Н.Н. Касьяненко И. И., Логачев И. А. *Приемы оптимизации агрофизических свойств почв* // Повышение плодородия почв и применение удобрений: матер. междунар. науч.-практ. конф. Минск: ИВЦ Минфина, 2019. С. 123–125.

20. Ball B. C., Bingham I., Rees R. M., Watson C. A., and Litterick A. The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions // *Canadian Journal of Soil Science*. 2005. Vol. 85. No. 5. P. 577. DOI: 10.4141/S04-078 p.577.
21. Hulugalle N.R., Corkell B.Mc., Heimoana V.F., Finlay L.A. Soil properties under cotton-corn rotations in Australian cotton farms // *Journal Cotton Science*. 2016. Vol. 20, Iss. 4, P. 294–298.
22. Raimbault B. A., Vyn, T. J. Crop-rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability // *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83. P. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Поступила в редакцию 25.04.2022

Принята 25.04.2022

Опубликована 30.04.2022

Сведения об авторах:

Гюлялыев Чингиз Гюлялы оглы – доктор аграрных наук, доцент, зав. Отделом «Биогеографический стационар» Института Географии им. акад. Г. А. Алиева НАН Азербайджана, (г. Баку, Азербайджан); ch_gulaliyev@yahoo.com

Кочарли Семендер Али оглы – доктор философии по аграрным наукам, доцент лаб. «Физика почв» Института Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана (г. Баку, Азербайджан); ch_gulaliyev@yahoo.com

Козлова Алла Афанасьевна – доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет, биолого-почвенный факультет (г. Иркутск, Россия); allak2008@mail.ru

Джафаров Али Муса оглы – доктор философии по аграрным наукам, доцент, зав. отделом «Физика почв» Института Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана (г. Баку, Азербайджан); alicafarov@mail.ru



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DYNAMICS OF SOIL PROPERTIES UNDER COTTON-ALFALFA CROP ROTATION

© 2022 Ch. G. Gulalyev ¹, S. A. Kocharli², A. A. Kozlova ³, A. M. Jafarov²

¹*Institute of Geography, acad. G.A. Aliyev, National Academy of Sciences of Azerbaijan, E-mail: ch_gulaliyev@yahoo.com*

²*Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan, E-mail: alicafarov@mail.ru*

³*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia. e-mail: allak2008@mail.ru*

The aim of the study: Monocrop cultivation is known to affect negatively soil physical properties and decrease soil fertility. To eliminate these undesirable consequences, application of mineral and/or organic fertilizers, as well as other agricultural practices, are employed. Other aspects of agronomy (soil cultivation, fertilizer and plant protection systems, the acquisition of new seeds) require significant material costs. Increasing the yield of agricultural crops, and cotton in particular, can be achieved by crop rotation. The aim of the study was to analyze some physico-chemical soil properties and dynamics of soil processes under cotton-alfalfa crop rotation.

Location and time of the study. The research was carried out in 2014-2018 in the Northern Mugan in the Republic of Azerbaijan, as the region is one of the largest agricultural regions of the country, supplying cotton and grain. The studies were carried out on irrigated meadow serozem, or Endogleyic Calcisol, according to the WRB, soils of the Kura-Araks lowland of Azerbaijan.

Methodology. Field and laboratory work was carried out according to generally accepted methods of soil science. The particle size distribution was determined by the pyrophosphate method; density, humus content, humidity, temperature, and morphological characteristics were determined using conventional methods. Statistical processing of the obtained data was carried out using the Microsoft Office Excel program.

Main results. The long-term cotton crop was found to decrease agrophysical and agrochemical properties of soil. After three years of cotton production the humus content decreased by 20%, whereas the content of

water-resistant aggregates increased by 40%, and soil permeability decreased three-fold, soil bulk density increased by 7%, all these resulting in the reduced cotton productivity. Crop rotation showed that soil fertility, decreased after three consecutive years of cotton growth, could be almost fully restored by following with two years of alfalfa crop.

Conclusion. Compared with a monoculture of crops, crop rotation leads to a rearrangement in soil microflora and a change in soil biological and biochemical activity, helps to reduce the possibility of a unilateral influence of plants on soil, which in turn helps to restore soil fertility and obtain high sustainable crop yields in the cotton system. Therefore, the use of cotton-alfalfa crop rotations is very important for attaining the goal of increasing two-fold the production of all types of feed in Azerbaijan. To maintain potential fertility, obtain high sustainable yields of soil-protective, resource-saving crops, five-field cotton-alfalfa crop rotation is recommended for the farmers of the Mugan steppe.

Key words: Calcisol; Azerbaijan; granulometric composition; crop rotation; cotton; alfalfa; temperature; humidity

How to cite: Gulalyev Ch.G., Kocharli S. A., Kozlova A.A., Jafarov A.M. Dynamics of soil properties under cotton - alfalfa crop rotation // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(1). e178. DOI: [10.31251/pos.v5i1.178](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.178) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Ashirbekov M.Zh., Dridiger V.K. Productivity and quality of the cotton plant depending on placement in the crop rotation for irrigated gray soils of South Kazakhstan, *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2018, No. 1 (29), p. 73–77.
2. Bazdyrev G.I., Loshakov V.G., Puponin A.I. *Agriculture: a textbook for universities*. Moscow: Kolos, 2004, 552 p. (in Russian)
3. Belenkov A.I. Crop rotations and basic tillage in the Lower Volga region, *Zemledelie*, 2002, No. 3, p. 7–8. (in Russian)
4. Bondarenko M.V. *Complex influence of crop rotations, fertilizers and processing methods on the fertility of typical chernozem and the productivity of major agricultural crops*, Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricul. Sci. Belgorod: Bel GSHA, 2005, 22 p. (in Russian)
5. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Methods for studying the physical properties of soils*. Moscow: Agropromizdat, 1986, 416 p. (in Russian)
6. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. *Workshop on soil science*. Moscow: Agroconsalt, 2002, 280 p. (in Russian)
7. Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. *Malting barley*. Moscow, 2014, 288 p. (in Russian)
8. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G., Vaytsekhovskaya S.S. Influence of Crop Rotation on the Efficiency of Arable Land Use at the Cultivation of Field Crops without Soil Tillage, *Zemledelie*, 2019, No. 6, p. 28–32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607. (in Russian)
9. Eremin D.I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use, *Eurasian Soil Science*, 2016, T. 49, № 5, p. 538–545. DOI: 10.1134/S1064229316050033.
10. Kashtanov A.N. *Place and role of crop rotations in adaptive landscape agriculture*. In book: Crop rotation in modern agriculture. Moscow: Moscow Agricultural Academy Pubs, 2004, p. 24–32. (in Russian)
11. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kashcheev A.V., Sudarenkov G.V. Ecology Modeling of Crop Rotations and Biological Reproduction of Soil Fertility in the Steppe Area of the South Urals, *Zemledelie*, 2018, No. 6, p. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602. (in Russian)
12. Kocharley S.A., Gerayzade A.P., Manafova A.M., Gyulalyev Ch.G. Thermal balance of cotton - alfalfa crop rotation, *Agrarian Science*, 2015, No. 6, p. 15–17. (in Russian)
13. Loshakov V.G. Green manure as a factor of soil fertility improving, biologization and ecologization of agriculture, *Plodorodie*, 2018, No. 2, p. 26–29. DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.09. (in Russian)
14. Mustafaev A.B., Umbetaev I., Bigaraev O.K., Djusipbekov D. Resistance of new domestic varieties of cotton to gommosis disease, *Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan*, 2007, No. 8, p. 7–8.
15. *Theories and Methods of Soil Physics*. Moscow: Grif and K. Publ., 2007, 616 p. (in Russian)
16. *Soil physics: lab. Workshop / Korchagin A.A., Mazirov M.A., Shushkevich N.I.* Vladimir: VSU Publ., 2011, 99 p. (in Russian)

17. Shein E.V., Milanovsky E.Yu., Khaidapova D.D., Pozdnyakov A.I. Tyugai Z., Pochatkova T.N., Dembovetsky A.V. *Practicum on physics of the soil solid phase Workshop on the physics of the solid phase of soils*. Moscow: Buki-Vedi Moscow Publ., 2017, 119 p. (in Russian)
18. Shramko N.V., Vikhoreva G.V. Role of Biologized Crop Rotations in Humus Content Change in Sod-Podzol Soils of the Upper Volga Region, *Zemledelie*, 2016, No. 1, p. 14–16. (in Russian)
19. Tsyribko V.B., Ustinova A.M., Tsybul'ko N.N., Kasyanenko I.I., Logachev I.A. *Methods for optimizing the agrophysical properties of soils*. In book: Improving soil fertility and the use of fertilizers: Proc. of of the Inter. Sci.-pract. Conf. Minsk: IVTS of the Ministry of Finance, 2019, p. 123–125. (in Belarus)
20. Ball B.C., Bingham I., Rees R.M., Watson C.A., Litterick A. The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions, *Canadian Journal of Soil Science*, 2005, Vol. 85, No. 5, p. 577. DOI: 10.4141/S04-078.
21. Hulugalle N.R., Corkell B.Mc., Heimoana V.F., Finlay L.A. Soil properties under cotton-corn rotations in Australian cotton farms, *Journal Cotton Science*, 2016, Vol. 20, Iss. 4, p. 294–298.
22. Raimbault B.A., Vyn T.J. Crop-rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability, *Agronomy Journal*, 1991, Vol. 83, p. 979–985. DOI: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x.

Received 25 April 2022

Accepted 25 April 2022

Published 30 April 2022

About the authors:

Gulalyev Chingiz Gyulaly Oglu – Doctor of Agrarian Sci., Head of the Department “Biogeographical Station” of the Institute of Geography, acad. G.A. Aliyev, National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan); ch_gulaliyev@yahoo.com

Kocharli Semender Ali Ogly – Ph.D. in Agrarian Sci., Associate Professor in the Laboratory of Soil Physics of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan, (Baku, Azerbaijan); ch_gulaliyev@yahoo.com

Kozlova Alla Afanasievna – Doctor of Biol. Sci., Associate Professor, Biology and Soil Faculty, Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); allak2008@mail.ru

Jafarov Ali Musa Ogly – Ph.D. in Agrarian Sci., Head of the Laboratory of Soil Physics of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan); alicafarov@mail.ru



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАИМСТВОВАНИЙ»: НУЖНА ЛИ ПРОВЕРКА НА ПЛАГИАТ НАУЧНОМУ ЖУРНАЛУ?

© 2022 Т. В. Нечаева 

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2,
г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: nechaeva@issa-siberia.ru

С 20 по 22 октября 2021 года состоялась VI Международная научно-практическая ежегодная конференция «Обнаружение заимствований» (далее – конференция, сайт: ozconf.ru/oz-2021). Цель проведения конференции – формирование экспертной среды по обсуждению вопросов, обмену мнениями и выработке решений в области обнаружения заимствований в образовательной, научной и издательской сферах деятельности. Участие в конференции дает возможность познакомиться с инновационными технологиями обработки текстов и оценки их оригинальности, обсудить вопросы практического применения электронных ресурсов в сфере образования, науки и культуры, расширить профессиональные связи.

Цель исследования – подготовить обзор по основным направлениям работы конференции на основе личного участия в данном мероприятии в 2020 и 2021 годах и вебинарах компании «Антиплагиат», а также анализа публикаций по теме плагиата (заимствований), академической этики и т.п.

В работе рассмотрены термины и приведены примеры неэтичного поведения в науке, включая плагиат, самоплагиат, дублирование (множественная публикация), фальсификация, фабрикация. Подобная практика позволяет недобросовестным авторам присваивать себе чужие научные достижения, выдавать старые тексты за новые, манипулировать данными и исследовательским процессом с целью получения «необходимого» результата. Таким образом, создается иллюзия приращенного научного знания и имитируется публикационная активность, тем самым обеспечивая недобросовестным авторам доступ к финансированию исследований, надбавкам, способствует их карьерному росту и создает фиктивный авторитет в научной среде.

Представлен правовой взгляд на проблему авторства и плагиата в российском академическом сообществе. Подчеркнуто, что плагиат – это уголовно-правовая категория; уголовным преступлением плагиат будет в том случае, если это деяние причинило крупный ущерб автору или иному правообладателю. Обнаружение ошибок, опечаток, плагиата и других видов нарушений этических и правовых норм в опубликованной работе сопоставимо для научного журнала и иных изданий с подрывом репутации и авторитета, а также с необходимостью проведения коррекции и, возможно, ретракции (отзыва) публикации. По-другому складывается ситуация, если жертва задумается о коммерческой компенсации ущерба за нарушение авторских и имущественных прав.

В статье приведены примеры и перечислены основные причины для ретракции научных публикаций. Отмечено, что цель ретракции заключается в исправлении опубликованной информации и обеспечении ее достоверности, а не в наказании авторов. В российской научно-издательской сфере деятельности ретракция публикаций является пока достаточно редким явлением; в то же время, в мире эта практика довольно распространена. В работе также перечислены основные признаки недобросовестных издателей, приведены сходства и отличия между журналами-клонами и журналами-хищниками. Даны сведения о количестве похищенных журналов и авторов с публикациями в журналах-клонах.

Представлена информация об истории создания и развития сервиса компании «Антиплагиат». Изложены разные точки зрения о необходимости использования системы «Антиплагиат» или других аналогичных программ для проверки учебных и научных работ. Показано, что любая поисковая система несовершенна и не может заменить человека, когда дело доходит до принятия значимого решения. Это должен делать только эксперт, который разбирается в характере текстовых совпадений и может установить подлинный масштаб заимствований. Перекалывание ответственности с человека на систему «Антиплагиат», например, путем ссылки на тот или иной уровень заимствованного текста, является неэтичной практикой.

Ключевые слова: плагиат; самоплагиат; дублирующая публикация; фальсификация; фабрикация; авторское право; академическая этика; коррекция; ретракция; журналы-клоны; система «Антиплагиат»

Цитирование: Нечаева Т.В. Международная конференция «Обнаружение заимствований»: нужна ли проверка на плагиат научному журналу? // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 1. e177. DOI: [10.31251/pos.v5i1.177](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.177)

С 20 по 22 октября 2021 года состоялась VI Международная научно-практическая ежегодная конференция «Обнаружение заимствований» (далее – конференция, сайт: ozconf.ru/oz-2021). Цель конференции – формирование экспертной среды по обсуждению вопросов, обмену мнениями и выработке решений в области обнаружения заимствований в образовательной, научной и издательской сферах деятельности (<https://ozconf.ru/about>, дата обращения: 10.03.2022).

Конференция проходит ежегодно с 2016 года. Первые два года (2016-2017 гг.) данное мероприятие было организовано в г. Липецке на базе Липецкого государственного технического университета (ЛГТУ). Затем конференция стала проходить в г. Москве, вначале в очном режиме на базе Российской государственной библиотеки (РГБ, 2018 г.) и Московского института стали и сплавов (МИСиС, 2019 г.), а с 2020 года в онлайн-формате из-за непростой эпидемиологической ситуации по COVID-19 как в России, так и мире в целом. Переход работы из очного режима в онлайн-формат позволил намного расширить аудиторию конференции; в 2021 году мероприятие проходило уже в течение трех дней с выступлениями экспертов из России и других стран (Беларусь, Киргизия, Болгария, Великобритания, Германия, Нидерланды, США, Чехия, Швеция).

Участие в работе конференции бесплатное с обязательной предварительной регистрацией на сайте мероприятия (<https://ozconf.ru/reg>, дата обращения: 10.03.2022). Проведение конференции дает возможность всесторонне обсудить проблемы плагиата, самоплагиата, дублирования и других видов нарушений этических и правовых норм в учебных и научных работах; познакомиться со стратегией развития данного направления в разных странах; рассмотреть широкий круг этических, нормативно-правовых, методологических, программно-технологических и других вопросов в научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности; узнать о передовом опыте внедрения, использования и усовершенствования программных продуктов и систем обнаружения заимствований, в том числе поисковой системы «Антиплагиат».

Организаторами конференции в 2021 году выступили (<https://ozconf.ru/about>, дата обращения: 10.03.2022):

АНРИ – ассоциация научных редакторов и издателей (сайт: gasep.ru);

НЭИКОН (NEICON) – национальный консорциум российских библиотек (сайт: neicon.ru);

Совет по этике научных публикаций – занимается вопросами повышения этического компонента научных публикаций, защитой прав авторов и издателей (сайт: publication-ethics.ru);

Антиплагиат – разработчик российской системы обнаружения плагиата, лидер рынка России и стран СНГ по поиску заимствований в текстовых документах (сайт: antiplagiat.ru);

РГБ – крупнейшая публичная библиотека в России и континентальной Европе и одна из крупнейших библиотек мира (сайт: rsl.ru);

ЛГТУ – Липецкий государственный технический университет (сайт: stu.lipetsk.ru);

АППОЭР – ассоциация производителей и пользователей образовательных электронных ресурсов (сайт: aroe.ru).

В работе конференции ежегодно принимают участие представители Министерства науки и высшего образования (Минобрнауки) России, региональных органов управления образованием, Высшей аттестационной комиссии (ВАК) РФ и стран СНГ, Российской академии наук (РАН) и ее отделений, ведущих вузов, библиотек, научно-исследовательских институтов, издательств, корпораций, а также разработчики информационно-поисковых систем и все, кто заинтересован в обмене опытом в области обнаружения заимствований и выработке решений, направленных на повышение качества курсовых, выпускных квалификационных и диссертационных работ, учебно-методических и научных изданий.

Цель исследования – подготовить обзор по основным направлениям работы конференции на основе личного участия в данном мероприятии в 2020 и 2021 годах и вебинарах компании «Антиплагиат» (сайт: antiplagiat.ru/training), а также анализа публикаций информационно-аналитического журнала «Университетская книга» (сайт: unkniga.ru), научно-практического журнала «Научный редактор и издатель» (сайт: scieditor.ru) и ряда других источников по вопросам плагиата (заимствований), академической этики, авторского права, хищнических изданий и т.п.

С программой, презентациями и видеозаписями конференции, прошедшей в 2021 году, можно познакомиться по ссылке: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022). На данном сайте размещена также информация как о ранее проведенных конференциях (2017-2020 гг.), так и о предстоящем мероприятии осенью 2022 года (<https://ozconf.ru/about>, дата обращения: 10.03.2022).

ПЛАГИАТ И ДРУГИЕ ВИДЫ НАРУШЕНИЙ В НАУЧНОЙ СТАТЬЕ

Во многих выступлениях на конференции по обнаружению заимствований затрагивались вопросы терминологии и приводились примеры неэтичного поведения в научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности. Например, в докладе *О.В. Кирилловой* (президент АНРИ, г. Москва) сообщено, что первая статья, отозванная за плагиат, была опубликована в 1979 году, а первая дублирующая публикация – в 1990 году; процент научных статей, отозванных из-за мошенничества, с 1975 года увеличился примерно в 10 раз (Кириллова, 2021). Рассмотрим термины, относящиеся к научной статье, взятые из работы Л.А. Жгилевой (2018):

- ✓ **Научная статья** (по-английски – **Scientific Article**) – это научный текст, соответствующий определенным требованиям, в котором излагаются результаты оригинальных исследований или теоретических обобщений, сделанных в рамках научной методологии;
- ✓ **Цитирование (Citedness, Citation, Quotation)** – заимствование автором в своей работе фрагментов текстов (формул, иллюстраций, таблиц и др.) из других источников с обязательным указанием данных источника (авторы, название, выходные данные журнала/издателя и т.д.);
- ✓ **Самоцитирование (Self-citation)** – цитирование автором собственных работ. Чтобы авторы не злоупотребляли самоцитированием, стремясь тем самым повысить собственные наукометрические показатели, научные издания вводят ограничения на объем самоцитирования (в среднем от 15 до 30% от общего перечня источников).

В каких же случаях возникает плагиат и самоплагиат при оформлении научной статьи? Анализ литературы и докладов конференции свидетельствует, что:

- ✓ **Плагиат (plagiarism)** или **заимствование (borrowing)** выражается в публикации под своим именем чужих научных достижений без указания ссылки на источник, а также позиционирование чужой работы как своей собственной;
- ✓ **Самоплагиат (self-plagiarism)** или **автоплагиат, самозаимствование, недобросовестное самоцитирование** выражается в повторном использовании автором фрагментов своих предыдущих работ без указания ссылки на источник или в объеме, не оправданном целью цитирования.

Как отмечено в работе А.В. Кулешовой с соавторами (2019), допустимый объем самоцитирования во многом определяется жанром научной работы. В частности, для научных статей предъявляется требование научной новизны и, конечно, выводы в двух различных публикациях не должны совпадать, иначе речь идет о профанации исследовательской работы и искусственном «накручивании» количества публикаций.

Стоит также упомянуть про следующие термины из публикации Кулешовой и др. (2019):

- ✓ **Повторная публикация (перепечатка)** – полная перепубликация ранее опубликованной работы, оформленная сноской с указанием первоисточника и с получением разрешения на перепечатку от издателя (правообладателя) предыдущей работы;
- ✓ **Дублирующая (множественная) публикация** – полная перепубликация статьи в другом издании без ссылки на первую публикацию или одновременная публикация статьи в разных изданиях;
- ✓ **Парафраз (перепарафразирование, рерайтинг от англ. re-write – переписать)** – обработка исходного текста с сохранением первоначального смысла путем изменения синтаксической структуры предложений, замены форм слов (число, лицо, время и др.), замены слов на синонимы, замены используемых терминов на аналогичные, изменения порядка слов, предложений и т.д. Полученный в результате текст называют **рерайтом**. Основными признаками рерайта является сохранение последовательности мыслей и примерного объема исходного текста.

Из вышеизложенного следует, что плагиат, самоплагиат и дублирующая публикация – это примеры неэтичного поведения в науке, вводящего в заблуждение работодателя, редактора и академическое сообщество в целом. Подобная практика позволяет недобросовестным авторам присваивать себе чужие научные достижения, выдавать старые тексты за новые, манипулировать данными и исследовательским процессом с целью получения «необходимого» результата. Таким образом, создается иллюзия приращения научного знания и имитируется публикационная активность, тем самым обеспечивая недобросовестным авторам доступ к финансированию исследований, надбавкам, способствует их карьерному росту и создает фиктивный авторитет в научной среде.

Проблеме дублирования публикаций был посвящен доклад Ю.В. Чеховича (исполнительный директор компании «Антиплагиат», г. Москва) на тему «Войти в одну реку дважды: дублированные публикации в российских журналах» (<https://www.antiplagiat.ru/news/round-table-16-02-2022>, дата обращения: 25.02.2022). Для проведения исследования были использованы научные статьи (включая статьи в журналах, краткие сообщения, обзорные статьи), опубликованные на русском языке за период с 2000 по 2019 годы, из базы научной электронной библиотеки (НЭБ) eLIBRARY.ru (сайт: elibrary.ru). В итоге, было обнаружено 70 407 случаев дублирования в 147 708 статьях! Значительная часть этих публикаций представляет собой пример неэтичного дублирования с пиком в 2015-2017 годы. Топ дублированных статей составили два кластера, состоящие из 27 и 16 публикаций! Результаты работы, представленные Ю.В. Чеховичем на круглом столе, более подробно изложены в статье Yu.V. Chekhovich, A.V. Khazov (2022).

Интересной, на наш взгляд, является работа А. Макеевой с соавторами (2019) по изучению некорректных заимствований (плагиата) в российских докторских диссертациях. Исследователям из Центра институционального анализа науки и образования при Европейском университете (г. Санкт-Петербург) не удалось обнаружить значимых различий по количеству некорректных заимствований в докторских диссертациях для организаций (представленных 4 типами: университет, ведущий университет, институты РАН, другие организации), федеральных округов РФ (Центральный, Приволжский, Северо-Западный, Сибирский, Южный, Уральский, Северо-Кавказский, Дальневосточный) и специальностей. В то же время из 18 рассмотренных авторами специальностей (включая биологические) наиболее высокие средние и медианные значения по числу некорректных заимствований получены для следующих из них (в порядке убывания): Сельскохозяйственные и ветеринарные → Юридические → Химические → Экономические → Педагогические. На количество выявленных заимствований влиял и регион: Северо-Западный и Центральный (в основном за счет Санкт-Петербурга и Москвы) демонстрировали наименьший уровень заимствований, а Южный и Приволжский – наибольший. Между мужчинами и женщинами статистически значимых различий по количеству некорректных заимствований обнаружено не было, хотя изначально авторы выдвигали гипотезу о том, что мужчины, в целом, более склонны к нарушению социальных норм. Объем заимствований в пределах 15-20% широко распространен, а заимствования порядка 5-7% встречаются в большинстве диссертаций. Однако заимствования сверх этой доли текста встречаются редко; докторские диссертации с ними, видимо, не доходят до защиты. Авторы установили, что объем заимствований отчетливо зависит от дисциплины. Скорее всего, это связано со специфическими дисциплинарными традициями, с представлениями о допустимом и нормальном, которые отчасти могут быть объяснимы особенностями интеллектуального труда в соответствующей области знаний. Сделан вывод, что нормы, запрещающие плагиат, могут распространяться по каналам наиболее глобализированных учреждений (сильные университеты, институты РАН) в «мировых городах», которые транслируют их далее, но этот процесс идет медленно (Макеева и др., 2019).

Р.Т. Сайгилов (научный редактор издательства «ПедиатрЪ», г. Москва) в своей работе (Сайгилов, 2017) и выступлении на конференции (Сайгилов, 2021) указал, что с проблемой плагиата в рукописях (т.е. не оформленных должным образом заимствований) редакции многих научных журналов сталкиваются регулярно. При этом возражения редакторов журнала в случае обнаружения заимствований чужих текстов, как правило, не вызывают вопросов у авторов. Вместе с тем, обращение редакторов к авторам с просьбой «избавиться» от заимствований собственных текстов или отказ от рассмотрения рукописей на этом основании, зачастую приводят к конфликтам и взаимным обвинениям. Докладчик подчеркнул, что на сегодняшний день как российские (АНРИ), так и международные (Committee on Publication Ethics (COPE)) рекомендации не устанавливают требований к объему заимствований собственных текстов и к источникам заимствований (диссертации, их рефераты, тезисы конференций, нецензурируемые источники и др.). Следовательно, *заимствование любого объема собственного текста из любого источника вплоть до полного копирования при наличии соответствующей ссылки на первичную работу может рассматриваться как допустимая (этичная) публикационная практика*. Вместе с тем заимствования собственных текстов в публикациях могут нести репутационные и юридические риски для научного журнала и других видов изданий. Авторам необходимо учитывать данный аспект при взаимодействии с редакциями и рецензентами. Поэтому основой научной коммуникации должно быть доверие и взаимный учет интересов между участниками научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности.

ПРАВОВОЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ АВТОРСТВА И ПЛАГИАТА

В выступлении на конференции *К.Н. Костюка* (генеральный директор ИД «Директ-Медиа», г. Москва) отмечено, что обнаружение ошибок, опечаток, плагиата и других видов нарушений этических и правовых норм в опубликованной работе сопоставимо для научного журнала и иных изданий с подрывом научной репутации и авторитета, а также с необходимостью проведения коррекции и возможно ретракции (отзыва) публикации. По-другому складывается ситуация, если пострадавшая сторона задумается о коммерческой компенсации ущерба за нарушение авторских (заимствование произведения или его части без указания авторства) и имущественных (требование возмещения материального ущерба) прав. Обоснование объема ущерба может быть весьма субъективным, но коммерческие последствия оцениваются от 10 000 до 5 млн рублей за 1 произведение. Публикатор (издатель) выступает в качестве добросовестного покупателя объекта авторских прав, но именно он несет груз вины и юридической ответственности за нарушения прав автора. Докладчик привел примеры, когда плагиат и борьба с ним становятся видом киберпреступности; целью являются не авторы-плагиаторы, а издатели как юридические лица, с которых «скандальные» авторы-жертвы или «жаждущие» юристы пытаются получить деньги (Костюк, 2021).

О проблеме неохранияемого содержания научного произведения подробно рассмотрено в работе *Е.А. Салицкой* (2019). Автор указывает на то, что в поле действия норм научной этики понятие «авторство» употребляется в отношении любых результатов исследовательского труда, будь то опубликованная монография или положенная в ее основу научная теория. Но, с точки зрения закона, право авторства – это определенная правовая категория, и возникает она только в отношении определенного круга объектов. Согласно п. 1 ст. 1265 Гражданского кодекса (ГК) РФ *право авторства – это одно из интеллектуальных прав, принадлежащих автору произведения литературы, науки или искусства, под которым понимается право признаваться автором произведения*. В соответствии с п. 5 ст. 1259 ГК РФ, авторские права не распространяются на идеи, концепции, принципы, методы, процессы, системы, способы, решения технических, организационных или иных задач, открытия, факты, языки программирования, геологическую информацию о недрах. Таким образом, с позиции права, *авторство признается и охраняется в отношении научного произведения в целом (статьи, монографии) как формы представления научного результата*. Однако в отношении теории, положенной в основу произведения, изложенной в нем идеи, описанных методов исследования, как самостоятельных результатов труда ученого, право авторства не возникает. *Авторское право охраняет именно словесную форму выражения идей*. Сама же идея, однажды обнародованная, уже не может оставаться в исключительном владении автора: ее могут пересказывать, развивать, причем любое ее изложение в иной словесной форме не будет считаться нарушением авторского права.

А как же обстоят дела с плагиатом? В соответствии с законодательством РФ *плагиат – уголовно-правовая категория*. Согласно п. 1 ст. 146 Уголовного кодекса РФ под *плагиатом понимается присвоение авторства*. В отношении научных открытий, идей, концепций, принципов, теории и методов термин «плагиат» также не применим, как и категория «авторство». *Уголовным преступлением плагиат будет в том случае, если это деяние причинило крупный ущерб автору или иному правообладателю* (Якушев, Комаров, 2016; Салицкая, 2019).

Отдельно стоит отметить проблему установления авторства в публикациях научных коллабораций, куда могут входить сотни исследователей. С позиции права *соавторами произведения признаются только те граждане, которые создали это произведение совместным творческим трудом*. Поэтому, с юридической точки зрения, проводившие эксперименты лаборанты, если они не принимали непосредственного творческого участия в написании статьи, не являются ее соавторами, как и лица, осуществляющие общее руководство работой или научным учреждением (Салицкая, 2019).

Таким образом, несмотря на имеющиеся разночтения между нормами права и академической этики, нам представляется, что признание или, наоборот, критика со стороны академического сообщества должны быть стимулом как для создания перспективных научных работ, так и уважительного отношения к результатам чужих научных достижений. Главное, чтобы в эпоху, когда повсеместно обсуждаются проблемы плагиата, защиты авторства и интеллектуальной собственности, академическое сообщество не было введено в заблуждение относительно юридического значения этих терминов, в том числе, применительно к результатам научного труда.

ЧЕСТНОСТЬ В ЭПОХУ ИНТЕРНЕТА

Обращение к данной теме вызвано все чаще возникающими в последнее время этическими нарушениями в образовательной и научной деятельности, ставящими под сомнение достоверность информации в научных публикациях.

Как показано в работе В. Радаева (2013), общий уровень терпимости к обману в России по-прежнему высок. Нормой стало заимствовать чужие тексты, покупать и продавать диссертационные работы, не платить за интеллектуальные продукты. Причем пиратство еще и сопровождается идейными обоснованиями по принципу «мы не воруем, а боремся с монополией на интеллектуальную собственность, которая должна принадлежать всем».

Можно ли в такой ситуации что-то сделать? *Если хочешь изменить мир, начинать лучше всего с самого себя!* В качестве примера В. Радаев (2013) приводит опыт борьбы с плагиатом в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики» (ВШЭ), где было утверждено Положение о плагиате и создана Комиссия по академической этике, занимающаяся проверкой подозрительных письменных работ студентов и преподавателей. Таким образом, преподаватели ВШЭ были призваны не только требовать от студентов соблюдения норм академической этики, но и сами придерживаться этих норм. Автор подчеркивает, что в отношении плагиата речь идет не о милых шалостях и не о проявлениях простой человеческой лени, а об элементарном мошенничестве. Здесь нужно занять четкую позицию и несколько лет настойчиво бить в одну точку. И тогда есть надежда, что в какой-то момент колосс рухнет (Радаев, 2013).

Истоки и текущее состояние академической этики с акцентом на проблемы российской науки рассмотрены в эссе Д.М. Кочеткова (2017). Автор считает, что вместо того, чтобы создавать в обществе слой профессиональных ученых, не мыслящих себя без науки, возникает слой бизнесменов, сфокусированных на доходе: вместо академического признания целью становится получение стимулирующих выплат за публикации. И на этой почве рождаются компании, которые просто «паразитируют» на российской науке, зарабатывая прибыль на «мусорных» публикациях. В эссе затронуты также проблемы, связанные с все более широким распространением в научной среде *движения открытого доступа (Open Access Movement)*. Отношение к данному феномену среди ученых диаметрально противоположное. Сторонники «академической весны» уверены, что за открытым доступом будущее, поскольку он будет способствовать повышению эффективности научных исследований.

Этическая дилемма представлена в работе Д.М. Кочеткова (2017) в виде категориального противопоставления науки и антинауки. *Наука – это систематическая деятельность по получению нового знания* и результаты научных исследований должны отвечать следующим характеристикам:

- ✓ **Проверяемость** – любая гипотеза должна поддерживаться эмпирическими данными;
- ✓ **Воспроизводимость (повторяемость)** – любой ученый, используя те же методологию и набор данных, сможет прийти к таким же результатам;
- ✓ **Объективность** – результаты исследования не должны зависеть от личности исследователя;
- ✓ **Прозрачность** – результаты и методология исследования должны быть прозрачны для окружающих, чтобы каждый мог их проверить;
- ✓ **Логическая непротиворечивость** – заключения должны быть обоснованы на принципах формальной логики.

Но существует и обратный феномен – **антинаука (лженаука, научное мошенничество)** и данное понятие включает в себя следующие характеристики:

- ✓ **Фабрикация** – подделка данных, результатов, либо исследование не проводилось вообще;
- ✓ **Фальсификация** – манипулирование данными, оборудованием, исследовательским процессом с целью получения «необходимого» результата;
- ✓ **Плагиат** – использование чужих научных достижений без указания ссылки на источник;
- ✓ **Автоплагиат (самоплагиат)** – использование частей своих предыдущих работ без какой-либо переработки для «клонирования» публикаций.

Д.М. Кочетков (2017) в своей работе говорит и о продаже соавторства, использовании научными руководителями частей работ студентов и аспирантов без их согласия и многом другом. Автор подчеркивает, что антинаука почти так же многогранна, как и наука. Но академическая этика не должна позволять нам забывать о той высшей цели, ради которой мы занялись научным трудом – *нести людям новое знание!* В конечном итоге, этика – это моральный императив, она определяет те «флажки», за которые заступать нельзя.

А.В. Кулешова (руководитель департамента издательских программ и председатель Совета по этике научных публикаций, г. Москва) ответила на ряд вопросов от участников конференции 2020 года, приведем некоторые из них (Кулешова, 2020; Обнаружение заимствований..., 2020):

Что такое этика научных публикаций?

Это справедливость, достигаемая через сохранение целостности научного знания, снижение наукометрических искажений и работу репутационных механизмов. Когда этика научных публикаций развита недостаточно, появляются недобросовестные эксперты (лжеэксперты) и ученые с дублированными публикациями, плагиатом и прочее. Чаще всего люди не хотят выглядеть «стукачами», поэтому при обнаружении недобросовестных работ и их авторов не обращаются в Совет по этике научных публикаций, Комиссию РАН по противодействию фальсификации научных исследований и другие инстанции. Таким образом, лжеэксперты продолжают работать и подниматься по карьерной лестнице, учить школьников и студентов, быть руководителями выпускных и диссертационных работ, получать надбавки, гранты и т.п.

Какой процент самоцитирования является плагиатом в научной работе? И можно ли большой процент самоцитирования приравнять к множественной публикации?

Никакой процент самоцитирования сам по себе ничего не дает. Если у самоцитирования нет логического обоснования и *статья не дает приращения научного знания*, то это можно считать самоплагиатом и множественной публикацией. Безусловно, вы можете поставить ссылки на свои работы, а не цитировать большие фрагменты. Но если вы не стали цитировать тех, кого стоило бы, а решили повисить свой индекс Хирша, это другой вопрос. Когда мы говорим об этике научных публикаций, главный вопрос – «Зачем?». Он помогает проанализировать ситуацию.

Что и как считать плагиатом в обзорной статье (разделе работы)?

Обзор дублирует логику, содержание и выводы другой публикации. Безусловно, в обзорных статьях могут повторяться цитаты из других работ, это нормально. Если они адекватным образом оформлены (со ссылками), то это не плагиат, а добросовестное цитирование.

Каковы правовые последствия плагиата?

По решению суда изымаются монографии и иные публикации. В ряде случаев суд может запретить, например, преподавание в университете.

Какой процент заимствований считается допустимым для кандидатских и докторских диссертаций с учетом самоцитирования предыдущих авторских статей?

Здесь нет общей формулы. Процент добросовестных заимствований определяется логикой научной работы, а не нормативными актами. Если вы написали тезисы, которые затем переработали в научную статью, а та стала кандидатской диссертацией, то здесь нет плагиата. Происходит естественное развитие научной мысли, как и должно быть. Здесь нет привязывания к каким-либо нормам, имеет значение опыт эксперта и логика.

Не секрет, что при подготовке статей и диссертаций по юридическим наукам и праву нужно цитировать нормы законодательства. Это серьезно снижает уровень оригинальности. Было бы целесообразным устанавливать различные требования к проценту оригинальности по разным наукам. Возможно ли это технически?

Процент оригинальности должен быть разным. Если вы химик, биолог или медик, то описание эксперимента может воспроизводиться в разных статьях, но одними и теми же словами. Это является не плагиатом, а нормой по оформлению научных текстов в данных областях науки. И это никак не должно влиять на оригинальность. Когда вы получаете отчет из системы «Антиплагиат», то должны оценить, что стоит за теми цифрами, которые вы получили. Если это цитирование законодательства, то оно не должно понижать уровень оригинальности.

Правомерен ли отказ журнала опубликовать статью вследствие ее несоответствия требованиям к проценту оригинальности? Как автору защитить свои интересы?

Это нередкая ситуация, когда этика научных публикаций понимается превратно. Где-то принуждают авторов к рерайтингу (переписке текста другими словами с сохранением смысла), где-то просто отказывают немотивированно. На таком основании отказывать в публикации не должны, и в этом случае стоит отдать журнал на перевоспитание в Совет по этике.

На сайте Совета по этике научных публикаций (URL: <https://publication-ethics.ru/how-to-prevent-violation-ethics/>, дата обращения: 10.03.2022) и Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ, URL: <https://rassep.ru/academy/biblioteka/ruk.php>, дата обращения: 10.03.2022) представлена подборка различных рекомендаций и публикаций, которые помогут избежать авторам нарушений академической этики и опубликовать свою работу добросовестно.

РЕТРАКЦИЯ И КОРРЕКЦИЯ ПУБЛИКАЦИЙ

В выступлении на конференции *А.В. Кулешова* (председатель Совета по этике научных публикаций, г. Москва) подчеркнула, что основная цель ретракции заключается в исправлении опубликованной информации и обеспечении ее достоверности, а не в наказании авторов. Важно понимать, что *научная публикация – это, прежде всего, приращение научного знания*. И если текст ничего нового не дает, то вряд ли он может считаться научным. Однако, если публикация дает приращение научного знания, но содержит опечатки и неточности, необходимо провести *корректировку (коррекцию)* информации через процедуру *errata* (ошибка, опечатка) и *corrigenda* (исправление). Ретрагирование (ретракция) – это тоже способ исправить ошибки, но более кардинальный (Кулешова, 2021; Ретракция и корректировка ..., 2021).

✓ **Ретракция (отзыв)** – это механизм исправления опубликованной информации и оповещения читателей о публикациях, содержащих серьезные недостатки или ошибочные данные, на которые нельзя полагаться в своих выводах и результатах (Совет COPE. ..., 2021).

В.Г. Богоров (руководитель отдела образовательных программ компании Clarivate, г. Москва) в докладе конференции упомянул, что первые ретрагированные публикации появились в 70-е годы прошлого столетия. До 1990-х годов это были единичные случаи, а в последние десятилетия XX века число ретрагированных статей достигало уже 30-50 случаев в год. Начиная с 2000-х годов этот показатель постепенно растет и в последнее время ежегодно отзываются 200-300 статей. Пик ретрагирования пришелся на 2011 год, что было связано с одной научной конференцией, материалы которой были массово отозваны. Докладчик подчеркнул, что *для российского академического сообщества ретракция публикаций является достаточно редким явлением. В то же время в мире эта практика абсолютно допустима и нормальна*. Анализ показывает, что на сегодняшний день в журналах Web of Science (WoS) ретрагировано примерно 6,5 тысяч публикаций. Большинство отозванных статей относятся к биомедицине, чаще всего их ретрагируют из-за нарушений в этике исследований или невозможности воспроизвести результаты. Помимо биомедицины лидирующее место занимают экология и топливная энергетика, а также представлены все основные естественные науки: химия, физика, математика. В топ-25 по числу отозванных статей входят ведущие журналы мира: Nature, Science, престижные журналы открытого доступа. Что касается стран, то лидируют Китай, США, Япония, Индия, а также ряд развивающихся стран и государств БРИКС, где есть достаточно сильный прессинг на ученых в отношении числа публикаций (Богоров, 2020; Обнаружение заимствований ..., 2020).

К основным причинам для проведения ретракции публикаций, перечисленным экспертами конференции (Богоров, 2020; Глухов, 2020; Кириллова, 2021; и др.), относятся следующие:

- ✓ Некорректные заимствования, включая плагиат, переводной плагиат, самоплагиат;
- ✓ Ложное (фиктивное) цитирование, избыточное самоцитирование;
- ✓ Фальсификация и фабрикация исходных данных, результатов;
- ✓ Ошибки, опечатки;
- ✓ Дублирующие публикации;
- ✓ Перепубликация (перепечатка, повторная публикация) без согласования с авторами;
- ✓ Покупная публикация, номинальное и подарочное соавторство;
- ✓ Отсутствие рецензирования или недобросовестное (фиктивное) рецензирование;
- ✓ Конфликт интересов;
- ✓ Отсутствие согласования с текстом публикации со стороны всех авторов.

О.В. Кириллова (президент АНРИ, г. Москва) сообщила, что первая информация о процессе ретракции публикаций в России появилась в 2013 г. Требования ретракции в большинстве случаев происходили по инициативе Совета по этике научных публикаций АНРИ и Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований на основе данных сетевого общества «Диссернет». Основная масса ретракций касалась плагиата, самоплагиата и множественных публикаций. В 2017 году была создана база данных по ретрагированным статьям (БД РС) АНРИ, куда в топ-10 тематик вошли (в порядке убывания): Образование. Педагогика → Экономические науки → Право → Социальные науки. Политология → Медицина → Филология. Лингвистика → Технические науки → Биология. Сельское и лесное хозяйство → Исторические науки → Философия. Инициаторами ретракции публикаций в российских изданиях в 89% случаев выступили сами издатели, в 10% – авторы и в 1% – авторы заимствованных статей, комиссии по этике. Докладчик также привела примеры коррекции, ретракции и републикации статей из научных журналов по БД Scopus (Кириллова, 2021).

НЕДОБРОСОВЕСТНЫЕ ИЗДАТЕЛИ: ХИЩНИКИ И КЛОНЫ

Помимо уже известных академическому сообществу недобросовестных (хищнических) журналов, публикующих статьи сомнительного качества за определенную сумму и именуемых как «журналы-хищники», появились такие понятия, как «журналы-клоны» или «похищенные журналы» (в англоязычной литературе – *hijacked journals*). Подробно данные виды мошенничества рассмотрены в публикации и выступлениях на конференции исследователя из университета Людвиг Максимилиана (г. Мюнхен, Германия) и Свободного университета г. Берлин (Германия) – А.А. Абалкиной (2020; 2021а; 2021б). Исходя из докладов экспертов на конференции и анализа литературы можно дать следующее определение:

✓ **Журналы-клоны** представляют собой вид кибермошенничества, когда некто копирует название, ISSN и другие данные оригинального издания, создает сайты-дубликаты настоящего журнала с целью обмана потенциальных авторов.

В выступлениях А.А. Абалкиной (2020; 2021а) отмечалось, что первый случай похищения журнала был задокументирован в 2011 г. Мошенники смогли зарегистрировать истекающий домен и тем самым привлечь авторов публиковаться в журнале-клоне, который до этого принадлежал добросовестному издателю. Установлено, что мошенники могут похищать один и тот же журнал несколько раз, следовательно, есть примеры нескольких клонов одного и того же издания. Например, в 2020 г. начал действовать журнал-клон, который на плохом английском языке предостерегал авторов от того, что есть клон данного издания. Эксперты смогли его обнаружить лишь потому, что мошенникам удалось индексировать 462 статьи в базе данных (БД) Scopus и 90 из них принадлежали российским авторам. После проведения оперативного расследования все эти публикации были исключены из БД Scopus. Еще один примечательный случай – похищение российского журнала «Новый мир», который индексируется в БД WoS. Докладчик подчеркнул, что похищение журналов стало очень прибыльным бизнесом: некоторые из таких журналов с индексацией в Scopus зарабатывают до 1 млн долларов за несколько месяцев. *Похищают, как правило, качественные журналы, издающиеся преимущественно не на английском, а на национальных языках*, соответственно, международное сообщество их не знает. На сегодняшний день известно о более чем 200 похищенных журналах. Имеется в виду, что эти случаи официально зарегистрированы, но большинство эпизодов не задокументировано. Механизмы похищения журналов разные: похищение домена (если издатель забыл его продлить); взлом оригинального сайта или создание домена; создание домена, мимикрирующего под оригинальный сайт (Абалкина, 2021б; Обнаружение заимствований ..., 2020).

Следует отметить, что журналы-клоны отличаются от журналов-хищников. Во-первых, *журналы-клоны нелегитимны, они официально не зарегистрированы, тогда как журналы-хищники являются официально зарегистрированными периодическими изданиями*. Во-вторых, во многих юрисдикциях похищение журнала является *уголовно наказуемым деянием*, поскольку присутствуют обман и мошенничество. В-третьих, *статьи в журналах-клонах не являются официально опубликованными*, в отличие от журнала-хищника. Как правило, журналы-клоны обманывают клиентов в течение ограниченного времени: срок регистрации домена истекает, и вся информация журнала-клона утрачивается. И если *прекращение индексации журнала-хищника прозрачно, то удаление журнала-клона нигде не отображается*. А это означает, что потенциальные авторы могут быть обмануты и впредь (Абалкина, 2021б; Этика научных ..., 2021).

В докладе В.А. Васильева (председатель Комиссии по противодействию фальсификации научных исследований, г. Москва) упомянуты иностранные хищнические журналы. В ходе работы вышеназванной Комиссии проанализированы 94 зарубежных журнала, входящих в Web of Science Core Collection или Scopus. Было обнаружено 174 статьи с плагиатом из русскоязычных источников, переведенных автоматически, а также 85 статей с приписным соавторством. В переводном плагиате участвовало более 1100 российских авторов. Всего в изученных «хищных» журналах опубликовано около 23 700 публикаций российских авторов. Девять журналов приняли к публикации заведомо лженаучные статьи, переведенные компьютерными программами, в частности про «волновую генетику» и «новую хронологию». По итогам работы Комиссии весной 2020 г. был подготовлен доклад «Иностранные хищные журналы в Scopus и WoS: переводной плагиат и российские недобросовестные авторы» (<https://kpfran.ru/wp-content/uploads/plagiarism-bytranslation-2.pdf>, дата обращения: 10.03.2022), представленный на заседаниях Президиума РАН и комиссии Минобрнауки России по рассмотрению вопросов академической этики (Васильев, 2021).

О.В. Кириллова (президент АНРИ, г. Москва) в своем докладе отметила, что к основным признакам хищнических журналов относятся не переводной плагиат и не самоплагиат, а *отсутствие этапов рецензирования и ретракции (отзыва) при выявлении нарушений, издание статей в большом количестве и низкого качества*. В то же время существуют журналы со слабой редакционной политикой, где могут быть опубликованы качественные научные результаты. Наличие плагиата или других нарушений не может быть основанием для исключения «слабого» журнала, например, из БД Scopus, если редакция издания проводит работу над ошибками. Например, из 73 млн документов в Scopus 412 тысяч содержали ошибки; была проведена их коррекция и лишь 4 тыс. статей ретрагированы. В 2009-2011 гг. большие нарушения выявлены в сборниках конференций из Китая, особенно по таким тематикам как инжиниринг, компьютерные науки и бизнес; публикации были отозваны (Кириллова, 2020).

В выступлении *П.Г. Арефьева* (начальник аналитического отдела НЭБ eLibrary.ru, г. Москва) подчеркнуто, что борьба с хищническими изданиями подобна сражению с ветряными мельницами: мы боремся не с причиной, а со следствием. Если говорить о российской публикационной активности, то значительная часть работ отечественных авторов, особенно та, что индексируется в WoS и Scopus, концентрируется в так называемых конференционных сериях. Например, если в Journal of Physics Conference Series в 2010 году лидерами были Япония, Германия и США, то в 2015-м на первое место выходит Россия. В 2020 году рейтинг возглавили Китай, Россия и Индонезия (Арефьев, 2021).

Отсутствию рецензирования сопутствуют недобросовестность публикаций: плагиат, фальсификация, самоплагиат и сомнительное соавторство. Анализ 960 статей из журналов-клонов, проведенных А.А. Абалкиной (2021а), показал, что в 66% были обнаружены текстовые совпадения без каких-либо ссылок. В 140 статьях уровень недобросовестности составил более 50%, а средний уровень плагиата – 18%. Эти 960 статей написали около 2,3 тысяч авторов, в основном из Индии (72,4%), 32 автора – из нашей страны. *Россия, Узбекистан и Казахстан являются лидерами по публикациям в журналах-клонах на постсоветском пространстве*. Результаты подтвердили гипотезу о том, что авторы статей в журналах-клонах не настолько наивны: отсутствие требований к проверке на плагиат позволяет публиковать тексты со значительным объемом заимствований.

В докладе *А.Е. Дегтева* (представитель компании Elsevier в РФ, г. Москва) перечислены следующие основные признаки недобросовестных издателей (Дегтев, 2021):

- ✓ **Ложная или вводящая в заблуждение информация** – поддельные импакт-факторы, некорректные адреса, недостоверные сведения о редакционной коллегии, ложные заявления об индексировании, членстве в ассоциациях или процессе рецензирования;
- ✓ **Отступление от передовых редакционных и издательских практик** – веб-сайт выглядит непрофессионально, часто присутствуют орфографические и/или грамматические ошибки; неполная информация по целям и задачам журнала; оплата за статьи без предоставления открытого доступа;
- ✓ **Недостаточное раскрытие информации** – мало информации о процессе принятия редакционных решений, организации процесса рецензирования (или отсутствие такой информации); отсутствуют контактные данные; нет информации о стоимости рассмотрения статьи; редакторы и члены редколлегии не могут быть верифицированы;
- ✓ **Агрессивный и неизбирательный процесс привлечения авторов** – повторные письма, слишком лестный тон и т.п.;
- ✓ **Отклонения от практики, принятой в определенной предметной области** – минимальные требования к статьям; прием статей по разным научным областям (мультидисциплинарность); низкий уровень подготовки статей и ошибки в метаданных; нетипично высокое для предметной области число соавторов, объем и/или структура текста; необъяснимая география авторов; резкий рост числа публикаций.

К последствиям выбора хищнического журнала для хорошего научного исследования, по мнению экспертов конференции, могут быть: денежные затраты для автора; репутационные риски для исследования и всех соавторов; негативное влияние с точки зрения рейтингов и оценки научных достижений; недолговечность (нет гарантий сохранения опубликованной работы); исключение журналов из индексов и баз данных; возможные юридические последствия.

Итак, на сегодняшний день известно о сотнях похищенных журналах, а число обманутых авторов, опубликовавших статьи в журналах-клонах, превышает сто тысяч. Будьте бдительны!

ОТКУДА ВОЗНИКЛА ИДЕЯ О СОЗДАНИИ СЕРВИСА «АНТИПЛАГИАТ» И ЧТО ОН МОЖЕТ ПРЕДЛОЖИТЬ ЭКСПЕРТАМ СЕГОДНЯ?

На сегодняшний день в научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности активно используются различные системы обнаружения заимствований (плагиата), в том числе российская поисковая система «Антиплагиат». В выступлениях Ю.В. Чеховича (исполнительный директор компании «Антиплагиат», г. Москва) упомянуто, что алгоритмические идеи системы «Антиплагиат» были разработаны в Вычислительном центре имени А.А. Дородницына РАН под руководством академика РАН К.В. Рудакова. Зарождение же сервиса «Антиплагиат» началось в феврале 2005 года с предложения создать для одного из московских вузов сервис по обнаружению заимствований в текстовых документах на русском языке. Проект был успешно выполнен российской компанией «Форексис», разрабатывающей корпоративное программное обеспечение в области анализа данных. Однако дальнейшим продвижением данного проекта вначале не занимались, развивая только технические характеристики, но вдруг в мае 2006 года на разработчиков сервиса «Антиплагиат» свалилась слава – эфиры на федеральных каналах, сотни публикаций, комментарии авторитетных ученых и чиновников. Слово «антиплагиат» стремительно становилось нарицательным, но до создания устойчивого бизнеса было еще далеко. Потребовалось несколько лет, чтобы понять, как научиться зарабатывать на нишевом поисковом сервисе. С 2009 года компания «Антиплагиат» непрерывно стала наращивать свои показатели, а с 2016 года является одним из постоянных организаторов ежегодной международной конференции «Обнаружение заимствований» (Чехович, 2020; 2021; Обнаружение заимствований ..., 2020; Юрий Чехович ..., 2021).

В настоящее время система «Антиплагиат» – это специализированная поисковая система по обнаружению заимствований, позволяющая в реальном времени сопоставить проверяемый документ с более чем 800 миллионами проиндексированных документов. В поисковый индекс системы «Антиплагиат» входят открытые ресурсы сети Интернет, диссертации и авторефераты из коллекции Российской государственной библиотеки, научные статьи НЭБ Elibrary.ru, нормативно-правовые акты, патенты, учебная литература, публикации СМИ и другие источники (Кулешова и др., 2019). В 2021 году в промышленную эксплуатацию введен новый модуль поиска переводных заимствований, охватывающий 100 ведущих мировых языков, а также разработан сервис обнаружения заимствованных изображений. Технология справляется со сжатыми, перевернутыми, искаженными картинками (Чехович, 2021; Этика научных публикаций ..., 2021).

О.С. Беленькая (руководитель учебно-методического центра компании «Антиплагиат», г. Москва) в своем докладе подчеркнула, что использовать систему «Антиплагиат» только для измерения процента оригинальности текста равнозначно забиванию гвоздей микроскопом! Конечно, числовой показатель – это просто, удобно и однозначно. Можно всю ответственность переложить с человека на программное обеспечение, но большой процент оригинальности текста еще не означает, что в работе нет плагиата (Беленькая, 2021).

Следует также отметить, что система «Антиплагиат» не устанавливает авторство того или иного фрагмента работы, а фрагменты, являющиеся самоцитированием, могут распознаваться системой как заимствованные. Поэтому выводы о корректности цитирования и самоцитирования в проверяемом документе должен делать эксперт путем анализа полного отчета, списка источников заимствования, исходя из жанра проверяемого документа и установленных к нему в принимающей организации требований. И именно *эксперт должен принимать решение, является ли каждый заимствованный фрагмент текста правомерным заимствованием*. Перекалывание ответственности при принятии окончательного решения по проверяемой работе с человека на систему «Антиплагиат», например, путем ссылки на тот или иной уровень заимствованного текста, выявленный системой, является неэтичной практикой (Кулешова и др., 2019).

Что же делать честному студенту и ученому, чтобы не стать жертвой неотлаженности системы «Антиплагиат» или непрофессионального подхода со стороны эксперта? По мнению Ю.В. Чеховича (2020), необходимо обобщить опыт, агрегировать знания и выработать правила, которые позволили бы бороться с проблемами плагиата и копипаста. Сотрудники компании «Антиплагиат» разрабатывают методические рекомендации, касающиеся проверки дипломных работ (Чехович и др., 2020), деятельности научных организаций (Беленькая, Чехович, 2020) и диссертаций (Беленькая и др., 2021), регулярно проводят бесплатные вебинары по экспертизе работ в системе «Антиплагиат» (<https://www.antiplagiat.ru/training/>, дата обращения: 10.03.2022).

СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАИМСТВОВАНИЙ: ФИЛЬТР ИЛИ ТОРМОЗ?

С критикой существующих систем и программ обнаружения заимствований выступил на конференции В.Ю. Курпаков (директор издательско-библиотечного центра Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта, г. Калининград). Докладчик напомнил, что слово «плагиат» означает нарушение личных неимущественных прав автора, и только это. От иных заимствований плагиат отличается тем, что он регулируется законом, общим для всех, независимо от статуса физического лица или организации. Семантически плагиат тоже является заимствованием, только неправомерным. А заимствование – это любое использование контента, за исключением плагиата. Что мы вообще должны обнаруживать: плагиат или добросовестное цитирование? Какова цель? Границы между плагиатом и добросовестным заимствованием всегда четко устанавливаются. Но тут начинается «игра в наперстки» и появляются кейсы «Диссернета», а понятие плагиата размывается (Курпаков, 2020; Обнаружение заимствований ..., 2020).

В.Ю. Курпаков (2020) также отметил, что вообще формат научной статьи не способствует тому, чтобы это был некий совершенно оригинальный жанр. Прирост научного знания, т.е. новизна, не может быть единственным критерием. Ее наличие или отсутствие должна установить только глубокая экспертиза мысли, но не текста. На сегодня никакой компьютерный анализ на это не способен. Оригинальности научного произведения с точки зрения текста в действительности не существует. Чем выше оригинальность, тем, скорее всего, текст будет иметь пониженную научность. При этом *оригинальность нельзя измерить существующими средствами: любой показатель будет отражать только возможности системы*. Оригинальность не может быть выведена из какого-либо норматива, сейчас все границы установлены произвольно. Наконец, она не может служить положительной характеристикой. Таким образом, мы выявляем то, что неизмеримо, ненормируемо и не может быть критерием оценки.

В работе других авторов (Анищенко, Хабибулин, 2016) речь идет о том, что использование примитивных по сравнению с человеческим интеллектом программных продуктов как «антиплагиат» для оценки так называемой оригинальности текста разрушает творческое начало человека, заставляя его попусту напрягать свой интеллект на осуществление поиска адекватных синонимов и иную рутинную работу для обеспечения пресловутой оригинальности текста в ущерб научному творчеству и аналитическому мышлению. В чем принципиальное отличие интеллекта человека от искусственной интеллектуальной системы или компьютера? Искусственный интеллект компьютера алгоритмичен, а разум может выходить за рамки любого алгоритма и способен решать невычислимые задачи. Именно этот «нюанс» и должны обеспечивать люди, оценивающие результаты научной деятельности. Как бы технически не был сложен искусственный «мозг», не может быть создана программа, делающая этот «мозг» творцом.

Такой же точки зрения придерживается С.Ю. Гореликов (2018). Автор подчеркивает, что никакой искусственный интеллект не способен полностью уловить смысл человеческой речи, поэтому существующие системы антиплагиата для проверки работ на отсутствие неправомерных заимствований являются не фильтром, призванным выявлять недобросовестных авторов и соискателей ученых степеней, а тормозом, заставляющим ученых заниматься дополнительной бессмысленной работой – преодолением барьера «антиплагиата» путем всяческих ухищрений. Наиболее распространенный пример – перефразировать предложение, переписать своими словами, т.е. механически снизить процент совпадения проверяемого текста и источника. Это общемировая практика, и чаще всего она далека от академической этики.

Что делать в сложившейся ситуации? Для принятия обоснованного решения по каждой авторской работе важно руководствоваться не только показаниями программы поиска плагиата, результаты работы которой ошибочно считаются «истиной в последней инстанции», но и заключением эксперта. Все стадии процесса проверки на оригинальность должны быть «прозрачны», логичны и надлежаще оформлены (Миняйленко, Акутин, 2014).

В.Ю. Курпаков (2020) предлагает нам вспомнить, кто диктует правила. На самом деле их мы можем устанавливать сами в пределах того или иного сообщества. Любые нормативы носят локальный характер. На своем уровне: в университетах, редакциях – мы правомочны. Нужно осмыслить проблему еще раз, понять, что *существующие системы обнаружения заимствований не могут использоваться для оценки оригинальности текстов. Они могут работать лишь на поиск нарушений, и нужно поменять вектор с положительной характеристики на отсутствие отрицательной*. Таким образом, мы победим одного из демонов и начнем возврат в русло здравого смысла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С развитием информационных технологий и ростом доступности научной информации российские вузы, редакции научных журналов и другие организации активно используют систему «Антиплагиат» для проверки учебных и научных работ, устанавливают определенный проходной процент оригинальности (уникальности) текста, занижение которого недопустимо и влечет за собой отказ в принятии работы. Какой же процент оригинальности и объем самоцитирования допустимы? Кто определяет критерии подобной оценки, каким образом происходит выработка показателей для различного вида проверяемых работ? Однозначного ответа на многие вопросы пока еще нет и часть из них весьма дискуссионны. Проведение ежегодной международной научно-практической конференции «Обнаружение заимствований» дает возможность создать профессиональную площадку, предназначенную для формирования экспертной среды по обсуждению вопросов, обмену мнениями и выработке решений в области плагиата, академической этики, выявлению недобросовестных авторов и издателей в научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности.

Как было отмечено во многих публикациях и выступлениях на конференции «Обнаружение заимствований», с точки зрения студента, научного сотрудника и соискателя ученой степени прохождение через систему «Антиплагиат» или другие программы обнаружения заимствований – это хождение по мукам. Большинство авторов воспринимают данную проверку как некий барьер, через который необходимо «проташить» свою работу и используют любые средства с целью повышения процента оригинальности текста, в том числе специальные программы для обхода систем проверки. В результате, процент оригинальности проверяемых работ может увеличиваться, а их качество снижаться и превращаться из научного исследования в перечень не связанных слов, которые порой даже невозможно отследить, не прочитав работу целиком от начала до конца. На этой почве получили развитие недобросовестные издатели (хищники и клоны), зарабатывающие прибыль на «мусорных» публикациях. Таким образом, создается иллюзия приращения научного знания и имитируется публикационная активность, тем самым обеспечивая недобросовестным авторам доступ к финансированию исследований, надбавкам, способствует их карьерному росту и создает фиктивный авторитет в научной среде.

На наш взгляд, любые системы или программы обнаружения заимствований будут иметь свои недостатки и их использование не может служить гарантией качества проверяемых работ. Однако в руках эксперта подобные системы проверки могут быть достаточно мощным вспомогательным инструментом, позволяющим выявить различного рода совпадения в текстах и изображениях. Разработчики системы «Антиплагиат» подчеркивают, что перекалывание ответственности с человека на систему, например, путем ссылки на тот или иной уровень заимствованного текста, является неэтичной практикой. В итоге, окончательное решение по проверяемой работе должен принимать эксперт, который разбирается в характере текстовых совпадений и может установить подлинный масштаб заимствований.

Из всего вышесказанного следует, что основой научной коммуникации должно быть доверие и взаимный учет интересов между участниками научно-образовательной и редакционно-издательской деятельности. Для сохранения целостности научных исследований необходимо не только проверять работы на плагиат и другие виды нарушений этических и правовых норм, но и выявлять искажения, опечатки, ошибки, вносить коррекцию, а при необходимости производить ретракцию публикаций и информировать академическое сообщество о принятых мерах.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарен сотрудникам ИПА СО РАН (к.б.н. Коронатовой Н.Г., к.б.н. Якутиной О.П.), редакции журнала «Почвы и окружающая среда» (д.б.н. Якименко В.Н., к.б.н. Наумовой Н.Б.) и рецензентам за критические замечания, высказанные при подготовке статьи к печати, что позволило выявить ряд недочетов и улучшить качество работы.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования (проект № 121031700309-1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Абалкина А.А. *Журналы-клоны и академическая недобросовестность* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
2. Абалкина А.А. (2021а) *Привлекают ли журналы-клоны нечестных авторов?* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
3. Абалкина А.А. Как избежать журналов-клонов? Рекомендации для журналов и авторов // *Управление наукой: теория и практика*. 2021б. Т. 3. № 3. С. 183–192. DOI: 10.19181/smtpr.2021.3.3.9.
4. Анищенко В.Н., Хабибулин А.Г. «Антиплагиат» и «диссернет»: наука или политика? // *Мир политики и социологии*. 2016. № 10. С. 31–37.
5. Арефьев П.Г. *Принципы беспринципности, или Основы коммерческой деятельности в современной научной коммуникации: технологии продаж публикаций, ссылок, показателей* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
6. Беленькая О.С. *Презентация методики экспертной оценки оригинальности текстов диссертаций в системе «Антиплагиат»* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
7. Беленькая О.С., Чехович Ю.В. *Методические рекомендации по эффективному внедрению и использованию системы «Антиплагиат.Эксперт» в научной организации*. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 40 с. URL: https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Methodical_recommendations_expert.pdf.
8. Беленькая О.С., Стрелкова И.Б., Филиппова О.А., Чехович Ю.В. *Методические рекомендации по экспертной оценке оригинальности текстов диссертаций в системе «Антиплагиат»*. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 92 с. URL: https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Methodical_recommendations_expert_review_of_originality.pdf.
9. Богоров В.Г. *Ретрагирование публикаций научных публикаций: данные Web of Science* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
10. Васильев В.А. *О Комиссии по противодействию фальсификации научных исследований и ее деятельности в вопросах публикационной этики* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
11. Войти в одну реку дважды: дублированные публикации в российских журналах: Круглый стол. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.antiplagiat.ru/news/round-table-16-02-2022> (дата обращения 25.02.2022).
12. Глухов В.А. *Опыт взаимодействия РИНЦ и Совета по этике АНРИ* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
13. Гореликов С.Ю. «Антиплагиат» – фильтр или тормоз? (Критическая статья) // *Наука и Школа*. 2018. № 6. С. 201–204.
14. Дегтев А.Е. *Вопросы этики и рекомендации ученым с позиции Scopus и издательства Elsevier* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
15. Жгилева Л.А. *Информационная культура исследователя: учебное пособие*. М.: ИКЦ «Колос-с», 2018. 245 с.
16. Кириллов О.В. *Плагиат, самоплагиат и перевод на другие языки и «хищные журналы»: какая зависимость и где предел злоупотреблений?* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
17. Кириллова О.В. *Зарубежная и российская практика и подходы к ретракции статей: некоторый сравнительный анализ* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
18. Костюк К.Н. *Авторский плагиат и проблемы издателя* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
19. Кочетков Д.М. Эссе об этике науки // *Научный редактор и издатель*. 2017. Т. 2. № 1. С. 41–44. DOI: 10.24069/2542-0267-2017-1-41-44.

20. Кулешова А.В. *Ответы на заранее присланные вопросы участников* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
21. Кулешова А.В. *Совет по этике научных публикаций в России: вчера, сегодня, завтра* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
22. Кулешова А.В., Чехович Ю.В., Беленькая О.С. По лезвию бритвы: как самоцитирование не превратить в самоплагиат // *Научный редактор и издатель*. 2019. Т. 4. № 1–2. С. 41–51. DOI: <https://doi.org/10.24069/2542-0267-2019-1-2-45-51>.
23. Курпаков В.Ю. *Оригинальность и другие демоны: терминологический тупик в борьбе с плагиатом* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
24. Макеева А., Цивинская А., Соколов М., Соколова Н., Губа К. *Некорректные заимствования в российских докторских диссертациях: сколько, где и у кого?* (Серия препринтов ННС-С (5)). Санкт-Петербург: ЦИАНО ЕУСПб, 2019. 37 с. URL: http://ciase.ru/wp-content/uploads/2019/05/plagiat_ciase.pdf (дата обращения: 10.03.2022).
25. Миняйленко Н.Н., Акутин С.Д. Правовые основания использования системы «Антиплагиат»: открытые вопросы // *Платон*. 2014. № 1–3. С. 60–61.
26. Обнаружение заимствований: от технологии к методологии // *Университетская книга*. 2020. №10. С. 70–75. URL: <http://www.unkniga.ru/copyright/copyrightcom/11699-obnaruzhenie-zaimstvovaniy-ot-tehnologii-k-metodologii.html> (дата обращения: 10.03.2022).
27. Радаев В. Об академической этике и борцах с «Антиплагиатом» // *Отечественные записки*. 2013. № 4. С. 181–192. URL: <https://strana-oz.ru/2013/4/ob-akademicheskoy-etike-i-borcah-s-antiplagiatom> (дата обращения: 10.03.2022).
28. Ретракция и корректировка: к вопросу научной этики // *Университетская книга*. 2021. № 3. С. 53–55. URL: <http://www.unkniga.ru/vishee/12841-retraktsiya-i-korrektirovka-k-voprosu-nauchnoy-etiki.html> (дата обращения: 10.03.2022).
29. Сайгилов Р.Т. Заимствование собственных текстов (самоплагиат) в рукописях, представленных на рассмотрение в научный журнал: рекомендации по формированию редакционной политики // *Вопросы современной педиатрии*. 2017. Т. 16. № 4. С. 270–272. DOI: <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i4.1772>.
30. Сайгилов Р.Т. *Заимствования глазами научного редактора: тексты, графические материалы, данные* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
31. Салицкая Е.А. О проблеме неохранный содержания научного произведения, или нужна ли «собственность» на идеи // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. № 10. С. 1003–1011. DOI: 10.31857/S0869-587389101003-1011.
32. Сайт вебинаров компании «Антиплагиат». Режим доступа: <https://www.antiplagiat.ru/training/> (дата обращения: 10.03.2022).
33. Сайт информационно-аналитического журнала «Университетская книга». Режим доступа: <http://www.unkniga.ru/> (дата обращения: 10.03.2022).
34. Сайт конференции «Обнаружение заимствований – 2021». Режим доступа: www.ozconf.ru/oz-2021 (дата обращения: 10.03.2022).
35. Сайт научно-практического журнала «Научный редактор и издатель». Режим доступа: <https://www.scieditor.ru/jour> (дата обращения: 10.03.2022).
36. Сайт Совета по этике научных публикаций. Полезные ссылки на тему «Как не нарушить этику научных публикаций». Режим доступа: <https://publication-ethics.ru/how-to-prevent-violation-ethics/> (дата обращения: 10.03.2021).
37. Сайт Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ). Режим доступа: <https://rassep.ru/> (дата обращения: 10.03.2021).
38. Совет COPE. Руководство по ретракции COPE. Версия 2. Ноябрь 2019 // *Научный редактор и издатель*. 2021. Т. 6. № 2. С. 148–154. DOI: <https://doi.org/10.24069/SEP-21-04> (In Eng.: COPE Retraction guidelines. <https://doi.org/10.24318/cope.2019.1.4>).
39. Чехович Ю.В. *Обнаружение заимствований: на пути от «кто виноват?» к «что делать?»* // Обнаружение заимствований – 2020: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22–23 октября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm> (дата обращения: 10.03.2022).
40. Чехович Ю.В. *Обнаружение заимствований: 6 лет конференции, 16 лет Антиплагиата* // Обнаружение заимствований – 2021: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 20–23 октября 2021 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program> (дата обращения: 10.03.2022).
41. Чехович Ю.В., Беленькая О.С., Ивахненко А.А. *Методические рекомендации по эффективному внедрению и использованию системы «Антиплагиат. ВУЗ»*. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 40 с. URL:

- https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Guidelines_on_the_efficient_integration_and_utilization.pdf
(дата обращения: 25.02.2022).
42. Этика научных публикаций: технологии и регламенты // *Университетская книга*. 2021. № 10. С. 20–25. URL: <http://www.unkniga.ru/vistavki-konferents/12886-etika-nauchnyh-publikatsiy-tehnologii-i-reglamenty.html> (дата обращения: 17.03.2022).
43. Юрий Чехович: «Выдавать скопированный текст за свой сегодня могут только безрассудные люди» // *Университетская книга*. 2021. № 6. С. 8–13. URL: <http://www.unkniga.ru/face/12293-yuriy-chekhovich-vydavat-skopirovanniy-tekst-za-svoyu-mogut-tolko.html> (дата обращения: 10.03.2022).
44. Якушев А.Н., Комаров С.А. Массовая фальсификация результатов оценки диссертаций программами антиплагиата // *Russian journal of legal studies*. 2016. Т. 4. № 9. С. 25–29.
45. Chekhovich Yu.V., Khazov A.V. Analysis of duplicated publications in Russian journals // *Journal of Informetrics*. 2022. 16. 101246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101246>.

Поступила в редакцию 11.04.2022

Принята 26.04.2022

Опубликована 30.04.2022

Сведения об авторе:

Нечаева Таисия Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); nechaeva@issa-siberia.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTERNATIONAL CONFERENCE "PLAGIARISM DETECTION": DOES AN ACADEMIC JOURNAL NEED PLAGIARISM CHECKING?

© 2022 T. V. Nechaeva

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia. E-mail: nechaeva@issa-siberia.ru*

This article presents the overview of the Vth and VIth annual International Scientific and Practical Conference "Plagiarism Detection" (hereinafter – the conference; website: ozconf.ru), held October, 2020 and 2021. The main aim of this major professional platform is to create expert environment for discussing plagiarism in the educational and scientific communities in the CIS countries, to inform about the novel text processing technologies, text mining and assessing its originality, as well as to discuss the use electronic resources in education and science to facilitate networking of specialists.

The article reviews some definitions and presents examples of unethical behaviour in science, such as plagiarism, self-plagiarism, duplication (i.e. multiple publications), fraud and data fabrication. By using such practices some unscrupulous authors assign to themselves the credit of other scientists' achievements and results, present out-dated results as new, perform data hacking and manipulate research process to obtain an anticipated result. Altogether such practice builds the illusion of promoting the knowledge and publication activity, providing the authors with access to financial support, salary increase, career promotion, bogus authority and standing in the science environment.

The article also presents some law aspects concerning the authorship and plagiarism in the Russian academic community, reiterating that plagiarism is a criminal law category and can be regarded as a crime if it causes substantial damage to authors or copyright holders. Revealing errors, typos, plagiarism and other infringements of ethical norms and regulations in works, published by many journals and publishers, is comparable with eroding credibility and authority, as well as necessitating special checks, errata correction and possible retraction of publications. The situation, however, looks different if the victimized scientists consider compensation for the violation of the copyright and property ownership rights.

The article lists examples and the main reasons for retracting fraudulent publications. The aim of retraction is to correct the information published, ensuring its validity, rather than to punish the authors. In the Russian research publishing environment publication retraction has been so far rather scarce. Yet globally the practice of retraction is rather widely spread. The article also summarizes the main features distinguishing unethical publishers, focusing on similarities and differences between journal-clones and journal-predators. It is estimated that currently there is information about hundreds of hijacked journals and more than one hundred thousand authors of the publications in journal-clones.

The article also presents some information, pertaining to the history of “Antiplagiat” company establishment and its service development, drawing attention to different points of view about the need to use “Antiplagiat” system or other software for checking education and research publications for plagiarism. It is concluded that any search engines are not ideal and cannot substitute humans in crucial decision-making about a publication. Only an expert in the field, who can judge adequately about the exact substantive nature of text duplications and can assess adequately the scale of borrowing, shall make such decisions. Shifting responsibility from a human being to the “Antiplagiat” system by citing the rate of borrowings, provided by the system, is unethical practice as well.

Key words: plagiarism; self-plagiarism; duplicate publication; falsification; fabrication; copyright; academic ethics; correction; retraction; hijacked journals; “Antiplagiat” system

How to cite: Nechaeva T.V. International conference "Plagiarism Detection": does an academic journal need plagiarism checking? // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(1). e177. DOI: [10.31251/pos.v5i1.177](https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.177) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Abalkina A. *Clone journals and academic misconduct*. Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
2. Abalkina A.A. (2021a) *Do clone magazines attract dishonest authors?* Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
3. Abalkina A.A. How to Avoid Hijacked Journals? Recommendations for Journals and Authors, *Science Management: Theory and Practice*, 2021b, Vol. 3, No. 3. p. 183–192. DOI: 10.19181/smt.2021.3.3.9. (in Russian).
4. Anishchenko V.N., Khabibulin A.G. "Anti-Plagiarism" and "Dissertation": Science or Politics? *The World of Politics and Sociology*, 2016, No. 10, p. 31–37. (in Russian)
5. Arefiev P.G. *Principles of unscrupulousness, or the basics of commercial activity in modern scientific communication: technologies for the sale of publications, links, indicators*. Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
6. Belenkaya O.S. *Presentation of the methodology of expert evaluation of the originality of dissertation texts in the Antiplagiat system*. Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
7. Belenkaya O.S., Chekhovich Yu.V. *Methodological Recommendations on the Effective Implementation and Use of the System "Antiplagiat.Expert" in Scientific Organization*. Saint Petersburg: "Lan" Publ., 2020, 40 p. URL: https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Methodical_recommendations_expert.pdf. (in Russian)
8. Belenkaya O.S., Strelkova I.B., Filippova O.A., Chekhovich Yu.V. *Methodical Recommendations for Expert Assessment of the Originality of Dissertation Texts in the System "Antiplagiat"*. Saint Petersburg: "Lan" Publ., 2021, 92 p. URL: https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Methodical_recommendations_expert_review_of_originality.pdf. (in Russian)
9. Bogorov V.G. *Retraction of scientific publications: Web of Science data*. Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
10. Vasiliev V.A. *About the Commission on Countering Research Falsification and its Activities on Publication Ethics*. Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
11. Entering the same river twice: duplicate publications in Russian journals: Roundtable. [Electronic resource]. URL: <https://www.antiplagiat.ru/news/round-table-16-02-2022> (accessed on 25/02/2022). (in Russian)
12. Glukhov V.A. *The experience of interaction between the RISC and the Scientific Publication Ethics Council of the Association of Science Editors and Publishers*. Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
13. Gorelikov S.Yu. "Anti-Plagiarism" - filter or brake? (Critical article), *Science and School*, 2018, No. 6, p. 201–204. (in Russian)
14. Degtev A.E. *Elsevier's Scopus ethics recommendations to russian researchers*. Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
15. Zhgileva L.A. *Information culture of the researcher: textbook*. Moscow: IKC "Kolos-S" Publ., 2018. 245 p.

16. Kirillova O.V. *Plagiarism, self-plagiarism and translation into other languages and "predatory journals": what is the dependence and where is the limit of abuse?* Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
17. Kirillova O.V. *Foreign and Russian practice and approaches to retraction of articles: some comparative analysis.* Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
18. Kostjuk K.N. *Copyright plagiarism and publisher's problems.* Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
19. Kochetkov D.M. *Essay on Academic Ethics, Science Editor and Publisher, 2017, Vol. 2, No. 1, p. 41–44.* DOI: 10.24069/2542-0267-2017-1-41-44. (in Russian)
20. Kuleshova A.V. *Answers to participants' questions sent in advance.* Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
21. Kuleshova A.V. *Scientific Publication Ethics Council in Russia: yesterday, today, tomorrow.* Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
22. Kuleshova A.V., Chekhovich Yu.V., Belenkaya O.S. *Walking the razor's edge: how to avoid self-plagiarism when you recycle your texts.* *Science Editor and Publisher, 2019, Vol. 4, No. 1–2, p. 45–51.* DOI: 10.24069/2542-0267-2019-1-2-45-51. (in Russian)
23. Kurpakov V.Yu. *Originality and other demons: terminological deadlock in the fight against plagiarism.* Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
24. Makeeva A., Tsvinskaya A., Sokolov M., Sokolova N., Guba K. *Incorrect borrowings in Russian doctoral dissertations: how many, where and from whom?* (NNS-C preprint series (5)). St. Petersburg: CIANO EUSPb, 2019, 37 p. URL: http://ciase.ru/wp-content/uploads/2019/05/plagiat_ciase.pdf (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
25. Minyajlenko N.N., Akutin S.D. *Legal foundations for the Use of the System "Anti-plagiarism": Open Questions, Platon, 2014, № 1–3, p. 60–61.* (in Russian)
26. *Plagiarism detection: from technology to methodology, University Book, 2020, No. 10, p. 70–75.* URL: <http://www.unkniga.ru/copyright/copyrightcom/11699-obnaruzhenie-zaimstvovaniy-ot-tehnologii-k-metodologii.html> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
27. Radaev V. *On academic ethics and fighters with "Anti-plagiarism", Otechestvennyye zapiski, 2013, No. 4, p. 181–192.* URL: <https://strana-oz.ru/2013/4/ob-akademicheskoy-etike-i-borcah-s-antiplagiatom> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
28. *Retraction and Correction: A Question of Scientific Ethics, University Book, 2021, No. 3, p. 53–55.* URL: <http://www.unkniga.ru/vishee/12841-retraktsiya-i-korrektirovka-k-voprosu-nauchnoy-etiki.html> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
29. Saygitov R.T. *Self-Plagiarism in Manuscripts Submitted to a Scientific Journal: Recommendations on Formulation of the Editorial Policy, Voprosy sovremennoi pediatrii – Current Pediatrics, 2017, Vol. 16, No. 4, p. 270–272.* DOI: 10.15690/vsp.v16i4.1772. (in Russian)
30. Saygitov R.T. *Text reuse detection through the eyes of a scientific editor: texts, figures, data.* Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
31. Salitskaya E.A. *The Problem of Unprotected Content Of Scientific Work, do we need a "Copyright" on Ideas? Herald of the Russian Academy of Sciences, 2019, Vol. 89, No. 10, p. 1003–1011.* DOI: 10.31857/S0869-587389101003-1011. (in Russian)
32. Website of webinars company "AntiPlagiat". Access mode: <https://www.antiplagiat.ru/training/> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
33. Website of the information and analytical magazine "University Book". Access mode: <http://www.unkniga.ru/> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
34. Conference website "Plagiarism Detection – 2021". Access mode: www.ozconf.ru/oz-2021 (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
35. Website of the scientific and practical journal "Science Editor and Publisher". Access mode: <https://www.scieditor.ru/jour> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
36. Website of the Scientific Publication Ethics Council. Useful links on "How not to violate the ethics of scientific publications". Access mode: <https://publication-ethics.ru/how-to-prevent-violation-ethics/> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
37. Website of the Association of Scientific Editors and Publishers (ASEP). Access mode: <https://rassep.ru/> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)

38. *COPE Council*. COPE Retraction guidelines. Version 2. November 2019. <https://doi.org/10.24318/cope.2019.1.4> (Transl. in Russ.: *Science Editor and Publisher*, 2021, Vol. 6, No. 2, p. 148–154. <https://doi.org/10.24069/SEP-21-04>).
39. Chehovich Yu.V. *Text reuse detection on the way from «who is to blame?» to «what to do?»*. Plagiarism Detection – 2020: materials from the V Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 22–23 October, 2020) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2020/programm/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
40. Chehovich Yu.V. *Plagiarism Detection: 6 years of conference, 16 years of Antiplagiat*. Plagiarism Detection – 2021: materials from the VI Int. Sci.-Pract. Conf. (Moscow, 20–23 October, 2021) [Electronic resource]. URL: <https://ozconf.ru/oz-2021/program/en> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
41. Chekhovich Yu.V., Belenkaya O.S., Ivakhnenko A.A. *Methodical recommendations for the effective implementation and use of the "Antiplagiat. VUZ"*. Saint Petersburg: "Lan" Publ., 2020, 40 p. URL: https://www.antiplagiat.ru/methodology/download/Guidelines_on_the_efficient_integration_and_utilization.pdf (accessed on 25/02/2022). (in Russian)
42. The Ethics of Scientific Publications: Technology and Regulations, *University Book*, 2021, No. 10, p. 20–25. URL: <http://www.unkniga.ru/vistavki-konferents/12886-etika-nauchnyh-publikatsiy-tehnologii-i-reglamenty.html> (accessed on 17/03/2022). (in Russian)
43. Yuri Chekhovich: "Only reckless people can pass off a copied text as their own today", *University Book*, 2021, No. 6, p. 8–13. URL: <http://www.unkniga.ru/face/12293-yuriy-chekhovich-vydavat-skopirovanniy-tekst-za-svoy-mogut-tolko.html> (accessed on 10/03/2022). (in Russian)
44. Yakushev A.N., Komarov S.A. Mass Falsification of the Results of the Evaluation of Theses Programs, *Russian journal of legal studies*, 2016, Vol. 4, No. 9, p. 25–29. (in Russian)
45. Chekhovich Yu.V., Khazov A.V. Analysis of duplicated publications in Russian journals, *Journal of Informetrics*, 2022, 16, 101246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101246>.

Received 11 April 2022

Accepted 26 April 2022

Published 30 April 2022

About the author:

Nechaeva Taisia Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher in the Laboratory of Agrochemistry in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); nechaeva@issa-siberia.ru

The author read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)